

UNIVERSIDAD GABRIELA MISTRAL
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL
USO DE TECNOLOGÍA “POWERLINE
COMMUNICATIONS” EN REDES DE
DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

PABLO SCHULER FELIÚ

SANTIAGO – CHILE

2003

UNIVERSIDAD GABRIELA MISTRAL
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL USO DE TECNOLOGÍA POWERLINE COMMUNICATIONS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

Profesor Guía	: Luis Escobar Aguila
Profesor Integrante	: Rodolfo Martinez O.
Profesor Patrocinante	: Ricardo Ríos Pohl

**SANTIAGO - CHILE
2003**

Cuando estás inspirado por un gran propósito, un proyecto extraordinario, todos tus pensamientos rompen sus ataduras, tu mente trasciende sus propias limitaciones, tu conciencia se expande en todas direcciones y te encuentras a ti mismo en un nuevo mundo maravilloso. Fuerzas dormidas, facultades y talentos reviven y tú te descubres como una persona mucho mejor de la que un día soñaste ser.

Pantajali

INDICE DE MATERIAS

	Página
1.- INTRODUCCIÓN	7
2.- OBJETIVOS	8
Objetivo Principal:.....	8
Objetivos Secundarios:.....	8
3.- ANTECEDENTES GENERALES	10
3.1.- Breve Historia	10
3.2.- Identificación de la Sociedad	11
3.3.- Misión de la Empresa	11
3.4.- Empresas Filiales y Relacionadas (dic.2002)	12
3.5.- Zonas de Distribución de CGE – Alcance Geográfico	13
4.- SISTEMA ELÉCTRICO	15
4.1.- Introducción	15
4.2.- Redes de Alta Tensión (66 – 380 KV)	16
4.3.- Redes de Media y Baja Tensión (10-30 KV, 0.4 KV)	17
4.4.- Cortes de Suministro	21
5.- INTERNETWORKING: INTERNET Y TELEFONÍA IP	23
5.1.- Modelo OSI y Protocolos de Comunicaciones	23
5.2.- Tipos de Redes	24
5.2.1.- Redes de Área Local (LANs)	26
5.2.2.- Redes de Área Metropolitana (MANs)	29
5.2.3.- Redes de Área Amplia (WANs)	30
5.3.- Equipos de Internetworking	31
5.3.1.- Hubs y Repetidores	32
5.3.2.- Switches y Bridges	33
5.3.3.- Routers	34
5.3.4.- Gateways	35
5.3.5.- Modelo Jerárquico de Diseño e Implementación de Redes	36
5.4.- Funcionamiento de Internet	38
5.4.1.- Direccionamiento IP	40
5.4.2.- Servicios complementarios	42
5.5.- Tópicos básicos de Telefonía IP	42
5.5.1.- Arquitectura Básica en H.323	43
5.5.2.- Tipos de Tráfico	46
5.5.3.- Quality of Service (QoS)	46
5.6.- Tecnologías de Acceso	51
5.6.1.- REDES PSTN	51
5.6.2.- REDES xDSL (<i>Digital Subscriber Line</i>)	53
5.6.3.- REDES WIRELESS	60
5.6.4.- REDES HFC (Redes Híbridas Fibra Óptica - Cable Coaxial)	63
5.6.5.- RED Satelital	67
6.- TECNOLOGÍA POWERLINE COMMUNICATIONS	71
6.1.- Consideraciones Generales	71
6.2.- Ventajas del uso de Powerline Communications	73
6.3.- Factores Clave para el éxito de un Sistema PLC	73
6.4.- Principios Básicos y Funcionamiento de la Tecnología P.L.C.	75
6.4.1.- Algoritmos de Modulación	77
6.5.- Telefonía IP sobre PLC	80
6.5.1.- Descripción General	80
6.5.2.- Sistema de Tarificación	82
6.5.3.- Tipos de Llamadas: On-Net y Off-Net	82
6.6.- Proveedores de Equipos P.L.C.	84
6.6.1.- Proveedor #1	84
6.6.2.- Proveedor #2	91
6.6.3.- Proveedor #3	95
6.6.4.- Comparación entre Proveedores	101
6.7.- Selección de la Plataforma	105
6.8.- Otros Proveedores de Equipos PLC	106
7.- ANÁLISIS LEGAL	108
7.1.- Legislación Vigente	108
7.1.1.- Subsecretaría de Telecomunicaciones	108
7.1.2.- Superintendencia de Electricidad y Combustibles	111

8.-	ANÁLISIS ESTRATÉGICO	113
8.1.-	Industria de las Telecomunicaciones en Chile	113
8.1.1.-	Tendencias a corto y mediano plazo.....	116
8.1.2.-	Integración	117
8.1.3.-	Telefonía Fija.....	117
8.1.4.-	Telefonía Móvil.....	118
8.1.5.-	Redes de Datos	118
8.1.6.-	Estrategias Competitivas de las principales empresas de la industria.....	120
8.2.-	Mercado de Acceso a Internet	121
8.2.1.-	Caracterización de los proveedores	121
8.2.2.-	Desempeño de la industria de acceso a Internet	125
8.2.3.-	Evolución de la Industria de Acceso a Internet Banda Ancha	127
8.2.4.-	Hogares con computador personal versus conexión a Internet.....	130
8.2.5.-	Análisis del Crecimiento de la cantidad de Abonados a Planes en Chile.....	130
8.2.6.-	Distribución geográfica.....	131
8.2.7.-	Análisis del Crecimiento de la cantidad de Abonados a Planes Dedicados.....	133
8.3.-	Análisis Estratégico de Michael Porter	136
8.3.1.-	Análisis Estructural de la Industria.....	136
8.3.2.-	Determinación del Atractivo de la Industria	140
8.3.3.-	Oportunidades y Amenazas Clave	143
8.3.4.-	Análisis Corporativo Interno.....	146
9.-	ANÁLISIS DE MERCADO	157
9.1.-	Usuarios de Internet en Chile.....	157
9.2.-	Segmentación del Mercado.....	158
9.2.1.-	Segmentación Demográfica.....	158
9.3.-	Proyecciones de Demanda y Penetración de Mercado.....	163
9.3.1.-	Proyección de demanda por servicios de acceso a Internet	164
9.3.2.-	Proyección de demanda por zona geográfica.....	164
9.3.3.-	Proyección de la distribución de planes de acceso Conmutado y B. Ancha	165
9.3.4.-	Proyección de la distribución de tecnologías de acceso.....	166
9.3.5.-	Proyección de demanda por ciudad y por tecnología de acceso	168
9.3.6.-	Resumen de Cotas de Estimación	168
9.3.7.-	Tabla de Proyecciones.....	¡Error! Marcador no definido.
9.4.-	Determinación de la Demanda Relevante para el Proyecto.....	169
9.4.1.-	Perfil asociado a cada Segmento.....	170
9.5.-	Suministro de Electricidad v/s Acceso a información.....	173
9.6.-	Diseño del Portafolio de Servicios	175
9.7.-	Estructuración de Planes y Tarifas.....	177
10.-	ANÁLISIS TÉCNICO.....	182
10.1.-	Condiciones de Diseño de la Plataforma	183
10.2.-	Visión Global de la Plataforma	184
10.3.-	Descripción Modular del NOC Central.....	184
10.4.-	Descripción Modular un NOC Local	187
10.5.-	Módulos de Conectividad.....	187
10.5.1.-	Módulo de Distribución (NOCs Locales).....	187
10.5.2.-	Módulo de Servidores (NOC Central y Locales).....	188
10.5.3.-	Módulo de acceso para usuarios corporativos (NOC Central y Locales).....	188
10.5.4.-	Módulo WAN.....	188
10.5.5.-	Módulo de Internet (NOC Central)	189
10.5.6.-	Núcleo de la Red.....	189
10.5.7.-	Selección de Equipos	189
10.6.-	Diseño a Nivel de Acceso (Red PLC).....	190
10.7.-	Colonización de Zonas.....	193
10.8.-	Enlaces.....	196
11.-	ANÁLISIS DE COSTOS	202
11.1.-	Introducción.....	202
11.2.-	Inversiones.....	203
11.2.1.-	Inversión en Plataforma Tecnológica.....	203
11.2.2.-	Inversión en Sistemas de Información.....	204
11.2.3.-	Inversión en Colonización de Zonas.....	205
11.3.-	Costos Directos	206
11.3.1.-	Costo de Modems PLC	206
11.3.2.-	Arriendo de Enlaces.....	206
11.3.3.-	Direccionamiento IP.....	207
11.3.4.-	Procesamiento de Datos	207

11.3.5.-	Costos de Facturación	208
11.3.6.-	Servicio de Call Center (On-Line)	209
11.3.7.-	Servicio de Soporte en Terreno (On-Site).....	209
11.3.8.-	Utilización de Conductores eléctricos.....	209
11.4.-	Costos Indirectos	210
11.4.1.-	Estructura Organizacional y Remuneraciones	210
11.4.2.-	Costos de Marketing	212
11.4.3.-	Gastos Administrativos	213
11.4.4.-	Mantenimiento de la Plataforma Tecnológica	213
11.4.5.-	Mantenimiento de S.I.A. y Licencias de Software.....	213
11.4.6.-	Seguros e Imprevistos.....	213
11.5.-	Depreciación de Activos	214
12.-	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	216
12.1.-	Ingresos del Proyecto	216
12.2.-	Tasa de Descuento.....	217
12.3.-	Capital de Trabajo	218
12.4.-	Cálculo del Período de Recuperación del Capital	218
12.5.-	Cálculo del Valor de Término del Proyecto	218
12.6.-	Cálculo del Valor Actual Neto.....	219
12.7.-	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).....	219
12.8.-	Proyección de Flujo de Fondos.....	220
12.9.-	Análisis de Sensibilidad	221
12.9.1.-	Variaciones en la Demanda del Proyecto	221
12.9.2.-	Variaciones en el Precio del Servicio.....	222
12.9.3.-	Variaciones en los costos directos de operación.....	222
12.9.4.-	Variaciones en los costos indirectos de operación	222
12.9.5.-	Variaciones en el Tipo de Cambio (USD / PESOS).....	223
13.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	224
14.-	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	226

1.- INTRODUCCIÓN

El mundo de las telecomunicaciones actúa bajo un constante dinamismo, en donde día a día, se van desarrollando nuevas tecnologías que se traducen en nuevos productos para el consumidor final. De igual forma, Internet ha experimentado un crecimiento deslumbrante en los últimos años, conectando a millones de personas a través del mundo entero.

En Europa, se ha desarrollado una nueva tecnología de transmisión de datos, que revolucionará el mercado de las telecomunicaciones. Se trata del concepto Powerline Communications (P.L.C.), que consiste básicamente en transmisión de datos a través de las redes de suministro eléctrico. El uso de esta tecnología, permite que las empresas distribuidoras de energía eléctrica, entren al competitivo mercado de las telecomunicaciones ofreciendo una gama de productos y servicios muy interesantes. Esta tecnología está orientada a entregar soluciones para la llamada “última milla”, posibilitando el suministro de Internet Banda Ancha, así como también de Telefonía IP, entre otros servicios, tanto a hogares como a empresas.

Es por esto, que la Compañía General de Electricidad S.A. ha decidido formar parte de esta “revolución” e implementar un proyecto piloto, asumiendo todas las consecuencias que este proyecto implica.

El objetivo de este estudio en particular, consiste en evaluar técnica y económicamente el uso de la tecnología PLC en la red de distribución de energía eléctrica de la CGE, considerando las zonas urbanas de mayor relevancia en toda el área de cobertura que posee la compañía (IV – XII Región).

2.- OBJETIVOS

Objetivo Principal:

- Evaluar técnica y económicamente el uso de tecnología P.L.C. en las redes de distribución de energía eléctrica, como medio de transporte de información.

Objetivos Secundarios:

- Analizar el funcionamiento de la tecnología P.L.C. y sus variadas aplicaciones.
- Analizar el mercado de la tecnología P.L.C. a nivel mundial y sus tendencias a futuro.
- Analizar el Mercado de las Telecomunicaciones en Chile.
- Analizar las alternativas tecnológicas que existen para el transporte de voz y datos.
- Analizar técnicamente las redes de distribución de energía eléctrica de CGE en relación al transporte de información.
- Analizar el marco legal que rige la industria de las Telecomunicaciones en Chile.
- Determinar una segmentación de mercado a la cual enfocar el proyecto.
- Proponer una estrategia de negocios para concretar el proyecto.
- Evaluar económicamente el Proyecto.

ANTECEDENTES GENERALES



Edificio Corporativo de la CGE. Teatinos 280, Santiago.

3.- ANTECEDENTES GENERALES

3.1.- Breve Historia

La Compañía General de Electricidad fue fundada en febrero de 1905, convirtiéndose en la empresa eléctrica de servicio público más antigua del país. El capital inicial fue de \$750.000 de la época, capital que en el transcurso de noventa y ocho años de existencia se ha incrementado hasta alcanzar hoy un patrimonio superior a \$360 mil millones.

Las primeras áreas servidas por la Compañía comprendían San Bernardo, Rancagua y Temuco, luego se agregaron la comuna de Ñuñoa en Santiago, San Fernando, Chillán y Los Angeles. Posteriormente se incorporaron a su concesión los servicios de generación y distribución de energía eléctrica en Talca, Concepción, Talcahuano, Chiguayante y Tomé y las zonas rurales cercanas a Buín, Rancagua, Rengo y San Fernando. En el curso del año 1993 se incorporó la ciudad de Coronel, con la adquisición de la Empresa Eléctrica del Sur S.A., y, en 1995, se integró la Empresa Eléctrica de Coya en la VI Región.

Actualmente, la zona de concesión de la Compañía cubre una superficie de aproximadamente 10.533 km², comprendiendo más de 310 ciudades, pueblos y localidades ubicadas en 54 comunas entre la Región Metropolitana y la IX Región.

Desde su fundación y hasta mediados del siglo pasado, la empresa ha proyectado y construido numerosas centrales de generación de pequeña y mediana potencia, tanto hidráulicas como térmicas, para satisfacer el crecimiento de los consumos de alumbrado y fuerza motriz. En la actualidad, la empresa transforma y distribuye energía a través de un extenso y moderno sistema eléctrico, que en el año 2000 llevó los beneficios de la electricidad a 609.946 clientes directos, a quienes se les suministraron 2.736 millones de KWh, con una demanda máxima superior a 662 MW.

La creación de ENDESA en la década de los '40 dio paso a la construcción de nuevas centrales y líneas de transmisión del Sistema Interconectado Central, lo que permitió ir conectando paulatinamente todas las áreas que atendía la empresa hasta entonces como autoproducción. En la actualidad cuenta con un total de 1.476 km. de circuito equivalente de 66 KV, una subestación de poder 220/66 KV, 10 subestaciones 154/66 KV y 67 subestaciones de transformación 66/15 KV, 21 subestaciones seccionadoras de 66 KV y 10 paños de igual tensión en subestaciones de ENDESA o TRANSELEC. Este importante sistema eléctrico atiende no sólo a CGE y sus clientes directos, sino también gran parte de los consumos de otras concesionarias, cooperativas, ferrocarriles, etc. A nivel de distribución, CGE cuenta con 5.739 km. de líneas de media tensión (15 y 23 KV), 7.512 km de líneas de baja tensión, 8.003 transformadores de distribución propios y 5.285 de particulares, con potencias totales de 667 MVA y 891 MVA, respectivamente.

En 1984, CGE adquirió la Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica S.A. (CONAFE), a través de la cual se otorga servicio eléctrico a 132.616 clientes distribuidos principalmente en Viña del Mar, Curico, Linares, San Javier y otras localidades de la VII Región. En 1995, CONAFE alcanzó la mayoría accionaria en la Empresa Eléctrica de Magallanes S.A. (EDEL MAG), que sirve a 45.447 clientes en Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir.

En el curso del año 1995, la empresa tomó el control de la Sociedad Eléctrica Pirque S.A. (SEP), que atiende a 3.339 clientes de dicho sector en la Región Metropolitana.

En el mes de agosto de 1999, CGE tomó el control de la Empresa Eléctrica EMEC S.A. (EMEC) que atiende a 193.389 clientes distribuidos en la IV y V Región del país y, a través de la filial Energía San Juan S.A., a 147.180 clientes en la provincia del mismo nombre en la República Argentina. A través de EMEC, pasó a tomar también control de las filiales TECNET (Verificación y Calibración de Equipos de Medición) y TRANSNET (Transmisión y Transformación de Energía Eléctrica en la IV y V Región).

La expansión internacional en el campo eléctrico se inició en 1995, cuando junto la filial CONAFE integraron un consorcio que actualmente tiene una participación del 100% en la Empresa de Distribución Eléctrica de Tucumán S.A. (EDET), que distribuye electricidad a 312.544 clientes en la provincia de Tucumán (República Argentina). A fines de 1996, se asociaron con la firma José Cartellone Construcciones Civiles S.A. y con EDET pasamos a controlar el 60% de la Empresa Jujeña de Energía S.A. (EJESA) y de la Empresa Jujeña de Sistemas Energéticos Dispersos S.A. (EJSED), que en conjunto distribuyen electricidad a 123.248 clientes en la provincia de Jujuy (República Argentina).

Durante el año 2000, la distribución eléctrica realizada por el grupo de empresas que conforman CGE alcanzó 1.567.646 servicios, 63% de los cuales se encuentran en Chile y 37% en Argentina.

Por otra parte, el grupo se ha diversificado en el campo energético, participando mayoritariamente en la Compañía de Consumidores de Gas de Santiago S.A. (GASCO), sociedad constituida en 1856 con el objeto inicial de producir y distribuir gas de ciudad en Santiago, extendiéndose después a la distribución de gas licuado y gas natural en diversas regiones del país.

Situación similar ha ocurrido en la actividad industrial, participando mayoritariamente en la fabricación de Transformadores Tusan Ltda. (TUSAN) y minoritariamente en la Compañía Chilena de Medidores S.A. (CCM).

Igualmente han incursionado en el campo de la informática con la filial Sociedad de Computación Binaria S.A. (BINARIA), en la actividad agrícola y de bienes raíces, a través de la filial Inmobiliaria General S.A. (IGSA) y en el sector cemento, por intermedio de GASCO, a través de su participación en Cemento Polpaico S.A..

En generación eléctrica, la empresa participó con el 10% del capital en la Sociedad Eléctrica Santiago S.A. (ESSA), que en el curso del año 1998 puso en servicio comercial la primera central termoeléctrica de ciclo combinado alimentada con gas natural. Además, participa con el 50% de la Empresa de Servicios Energéticos S.A. (ESENER), sociedad creada en 1997 para prestar servicios de administración y gestión energética.

Por último, en el mes de octubre del año 2000 capitales extranjeros entran en la participación accionaria de CGE, a través de la empresa Norteamericana PP&L, la que adquirió un 3% de la Compañía.

3.2.- Identificación de la Sociedad

CGE fue constituida por escritura pública otorgada en Santiago el 21 de febrero de 1905 ante el notario señor Mariano Melo y autorizada por Decretos Supremos N° 1.209 del 24 de marzo de 1905 y N° 1.533 del 10 de abril de 1905, publicados en el Diario Oficial del 29 de abril de 1905.

Tabla # 1. Identificación de la Sociedad.

Razón Social	Compañía General de Electricidad S. A.
Domicilio Legal	Teatinos N° 280 Santiago
Tipo de Entidad	Sociedad Anónima Abierta
R.U.T.	90.042.000-5

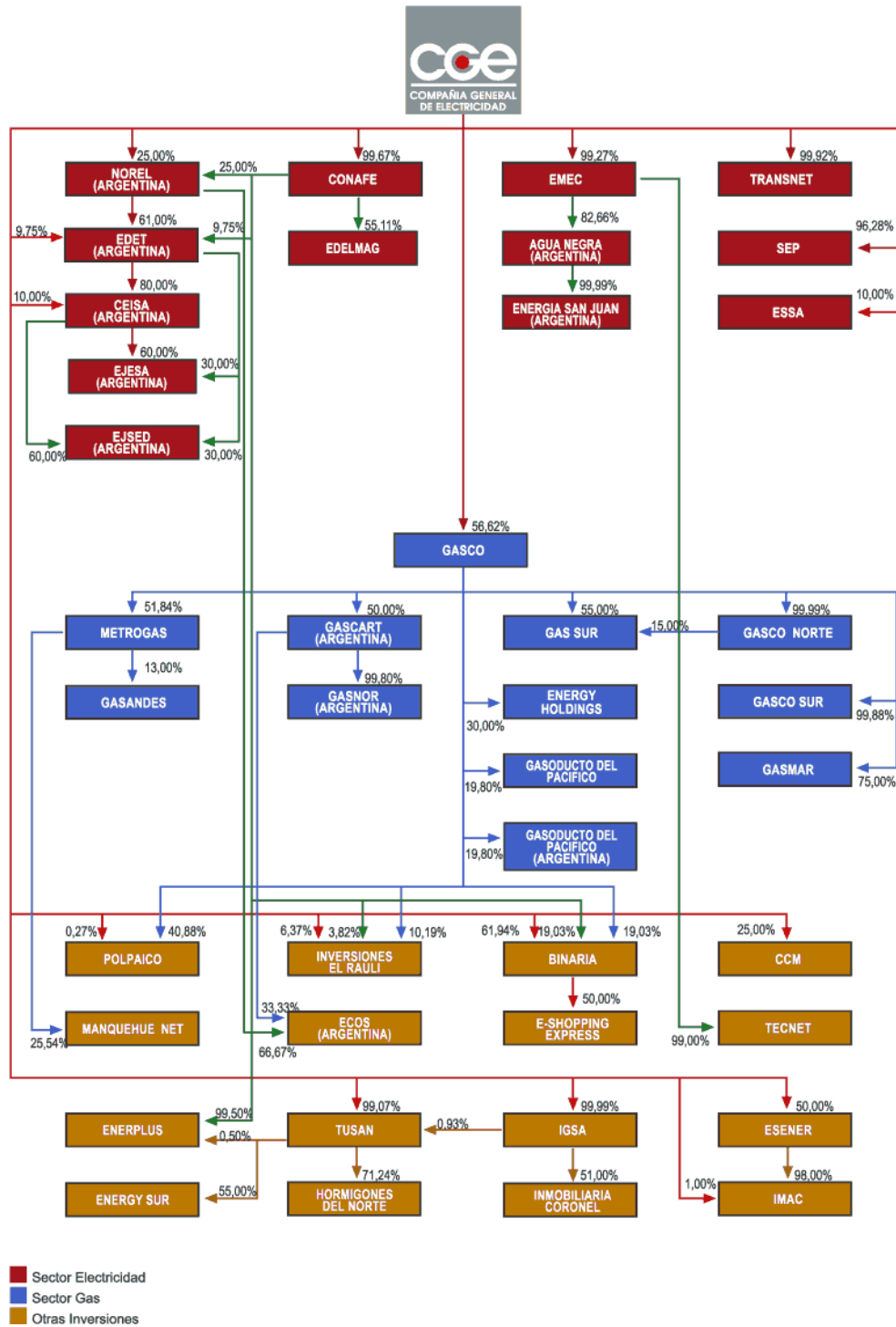
Fuente: Compañía General de Electricidad S.A.

3.3.- Misión de la Empresa

La misión de CGE es proveer a sus clientes energía y servicios complementarios con excelencia, en forma oportuna y a costos competitivos.

3.4.- Empresas Filiales y Relacionadas (dic.2002)

Figura # 1. Empresas Relacionadas.



Fuente: Compañía General de Electricidad S.A.

3.5.- Zonas de Distribución de CGE – Alcance Geográfico

La Compañía General de Electricidad distribuye energía eléctrica a 1.567.709 clientes, en ocho regiones de Chile y en tres provincias de Argentina.

EMEC y CONAFE (Filiales) otorgan suministro eléctrico a la IV y gran parte de la V Región, mientras que la Región Metropolitana es atendida parcialmente, al sur del río Maipo, por la propia CGE y su filial Sociedad Eléctrica Pirque S.A. (SEP).

Las Regiones VI, VII, VIII y IX son cubiertas principalmente por CGE y su filial CONAFE, mientras que la XII Región es atendida por EDELMAG.

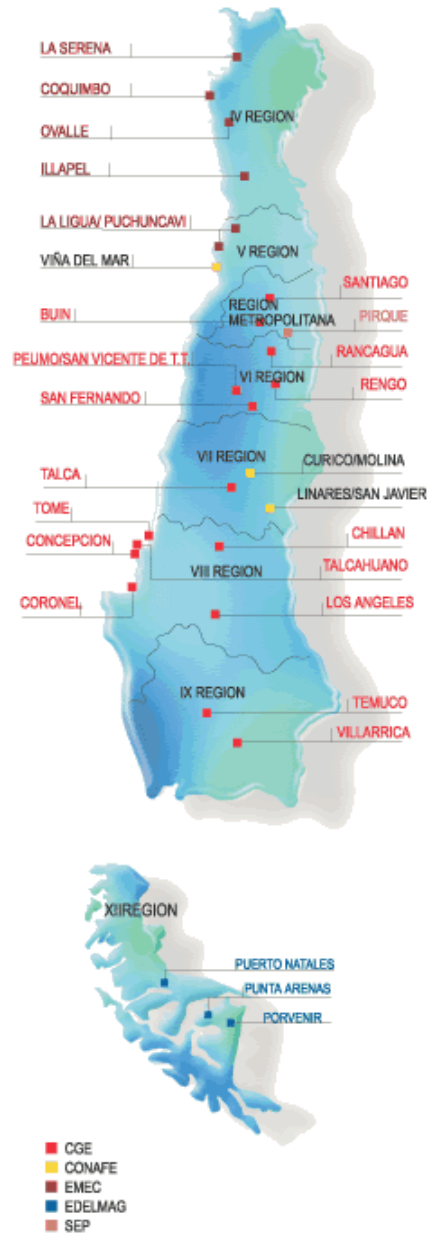
El cuadro que se muestra a continuación permiten dimensionar el sistema eléctrico de distribución operado en Chile por CGE y sus filiales:

Tabla # 2. Empresas Relacionadas.

Empresa	Cantidad de Clientes
CGE	567.919
EMEC	193.389
CONAFE	132.616
EDELMAG	45.447

Fuente: Compañía General de Electricidad S.A.

Figura # 2. Cobertura de CGE.



SISTEMA ELÉCTRICO



Línea de Transmisión de Alta Tensión.

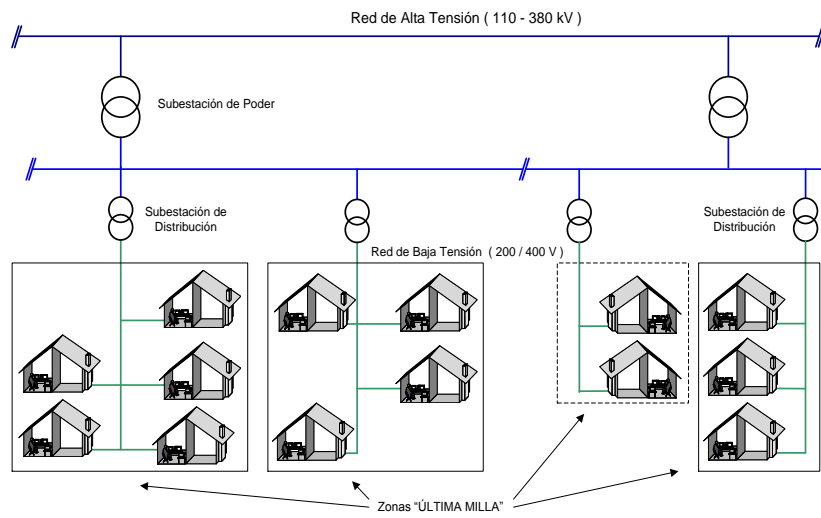
4.- SISTEMA ELÉCTRICO

4.1.- Introducción

En este capítulo se hará una descripción global de los circuitos de distribución de energía eléctrica, tanto en alta, media como en baja tensión. Para lograr entender como es posible transportar datos a través de las redes eléctricas, obviamente debemos conocer la naturaleza de estas últimas. Típicamente, distinguimos tres tipos de redes:

- Redes de Alta Tensión (66 – 380 KV)
- Redes de Media Tensión (10 - 30 KV)
- Redes de Baja Tensión (< 0,4 KV)

Figura # 3. Estructura resumida de un sistema eléctrico de distribución



Fuente: Elaboración Propia.

Cada nivel de tensión se encuentra interconectado por estaciones de transformación, diseñados de tal manera, que la pérdida de energía es minimizada a una frecuencia de 50 o 60 Hz. Para las altas bandas de frecuencias usadas en el transporte de datos (PLC), los transformadores son obstáculos naturales, los cuales causan una perfecta separación entre los distintos niveles de tensión. *Esto último sugiere, a priori, considerar una estructura jerárquica para el diseño de la red de datos, de manera de lograr superar este tipo de problemas.*

4.2.- Redes de Alta Tensión (66 – 380 KV)

Las redes de alto voltaje cumplen la función de transporte de energía eléctrica de larga distancia, desde la planta generadora hasta la cercanía del consumidor, en trazados de decenas hasta cientos de kilómetros. Este tipo de redes se ha implementado frecuentemente en líneas trifásicas aéreas. Comparando con otros tipos de transporte de alta tensión, especialmente este presenta una cantidad favorable de conductores y, a su vez, el menor costo de inversión cumpliendo las condiciones de diseño.

Cuando la longitud del conductor es mucho menor a la longitud de onda de la señal transmitida, entonces el campo electromagnético se concentra principalmente entre los conductores, lo que implica que no existe virtualmente radiación electromagnética. A pesar de que la transmisión de energía eléctrica y la transmisión de señales de alta frecuencia son procesos muy similares desde el punto de vista físico, existen diferencias considerables en las propiedades de los conductores, a cada nivel de frecuencia.

Al utilizar corriente alterna con frecuencias de 50 a 60 Hz, la correspondiente longitud de onda en líneas de alta tensión es del orden de 6000 a 5000 km, respectivamente, lo que deduce una muy baja pérdida de energía. Debido a esto, se utiliza corriente alterna en redes de transmisión y no corriente continua. Las líneas de alto voltaje que presentan una mayor longitud, se encuentran al este de Europa, las que se extienden hasta 500 km a lo largo de su trayectoria.

Las pérdidas de energía son originadas principalmente por disipación de calor (Efecto Joule), debido a la resistencia del material conductor. Considerando un incremento en el voltaje nominal, es posible disminuir dicha disipación de energía. Un dimensionamiento correcto de la sección de los conductores y la correcta selección del material, permiten mantener bajas las pérdidas de energía originadas por disipación de calor, y así optimizar el negocio.

4.3.- Redes de Media y Baja Tensión (10-30 KV, 0.4 KV)

En los últimos tiempos, una cantidad importante de redes de distribución de energía eléctrica han sido estudiadas y modeladas como canales de comunicación para frecuencias de hasta 150 KHz., pero no con frecuencias del orden de los *MegaHertz*. Debido a la gran variedad de redes eléctricas, desde el punto de vista de su topología, es difícil de modelar un modelo genérico que describa el comportamiento de señales de alta frecuencia viajando por ellos,.

Las redes de media y baja tensión son construidas bajo tierra, en ductos de canalización y en tendidos aéreos. Las líneas de media tensión tienen teóricamente un voltaje nominal menor a 110 KV, y sus valores típicos de tensión fluctúan entre los 10 y 20 KV. Este tipo de redes son utilizadas generalmente para suplir energía a zonas rurales, pequeños pueblos o plantas industriales de tamaño considerable. Las longitudes estándar (del tendido eléctrico) varían entre los 5 y 25 km, en el caso de las redes de media tensión, mientras que en circuitos de baja, generalmente entre 100 y 500 mts. Normalmente, no existen líneas aéreas de media y baja tensión en zonas urbanas de alta densidad, ya que en estos casos, es preferible utilizar ductos bajo tierra para minimizar el riesgo a la población. La postación utilizada en estos casos es mucho menos robusta que en líneas de alta tensión, y de menor altura. Cobre y Aluminio son utilizados como materiales conductores de energía.

Si se pretende utilizar las redes de distribución como medio de transporte de datos, la impedancia que existe entre los conductores de la red juega un papel importante. Como regla general, **mientras menor sea dicha impedancia, mayor potencia debe ser aplicada en los equipos de inyección de señal**. En la cercanía de la frecuencia correspondiente a la energía eléctrica (50-60 Hz), la impedancia de la red está determinada significativamente por la carga nominal a la cual esta se encuentra sometida. Debido a esto, la impedancia no es constante y varía en el dominio del tiempo y, a su vez, es función del nivel de tensión, la densidad de carga y la tendencia de consumo de los clientes. El rango de variación de impedancia puede ser calculado a partir del ratio entre el *peak* de carga y el mínimo de carga, en un horizonte de tiempo determinado. La siguiente tabla muestra una aproximación de estos valores para los distintos niveles de tensión en redes eléctricas.

Tabla # 3. Rango de variación de impedancia para distintos niveles de tensión

	Baja Tensión	Media Tensión	Alta Tensión
Carga Peak : Carga mínima	7:1 - 19:1	3:1 - 8:1	2:1 - 3:1

Fuente: Powerline Communications, Klaus Dostert.

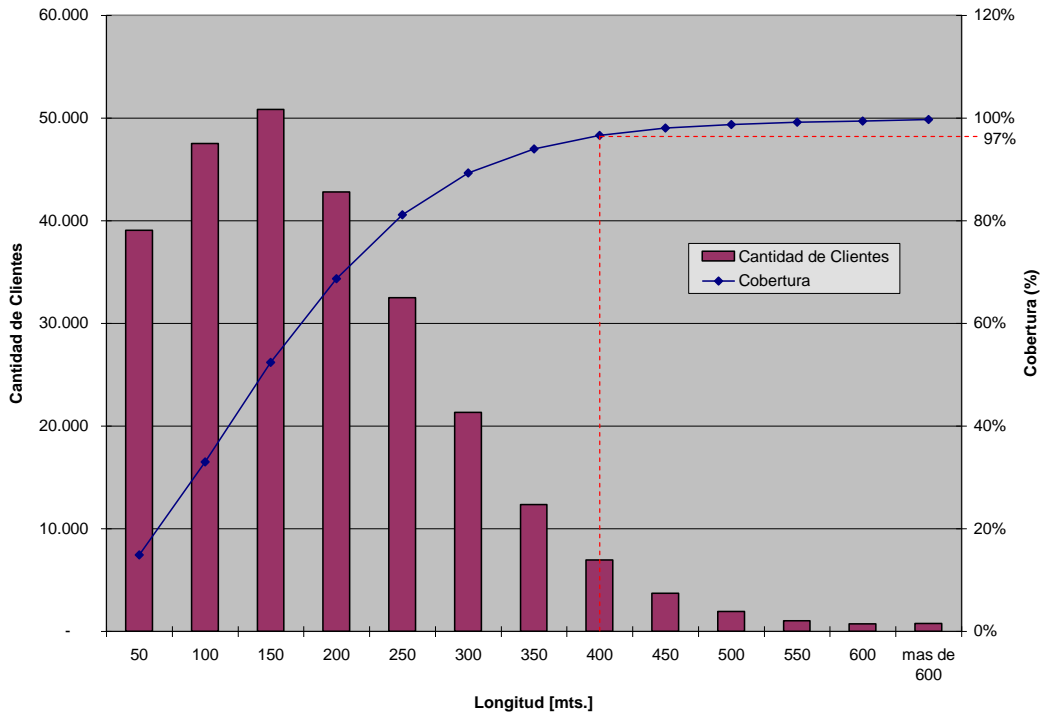
De acuerdo a la tabla anterior, es posible concluir que las fluctuaciones de impedancia más significativas se encuentran en niveles de baja tensión, sin dejar de lado el caso en redes de media tensión, en el cual la variación también es de magnitudes considerables. Cabe destacar que *PLC* se ha desarrollado para ser implementado en estos tipos de redes eléctricas, y considerando lo anterior, es posible concluir *a priori*, que la potencia de inyección de señal en los equipos jugará un rol muy importante para el desempeño de la red de datos.

Es prácticamente imposible realizar estimaciones preliminares sobre el comportamiento de la señal de alta frecuencia sobre una red eléctrica, dado que no fue construida con este fin, y por lo tanto, no permite observar escenarios "homogéneos" de análisis. Es posible generalizar y contar con supuestos para llegar a aproximaciones iniciales, pero en la práctica, serán los resultados empíricos los que permitan concluir si la implementación de un sistema *PLC* es factible de operar técnicamente.

Atacando el problema desde otra perspectiva, es posible llegar a un resultado más claro. El siguiente gráfico muestra la cantidad de clientes en función de la longitud de conductor existente entre cada uno de ellos y su subestación correspondiente. Para obtener esta información, se desarrolló una pequeña aplicación que calcula la longitud total Cliente-Subestación, en base a la asociación cliente-poste y luego considerando las relaciones de conexión entre cada poste de la red para llegar a la subestación asociada a dicho circuito de baja tensión. Esto es posible, ya que CGE cuenta con sistemas técnicos muy depurados. Posteriormente, los datos se muestran en forma de histograma, en donde el *eje x* representa la distancia entre la Subestación y el cliente, en intervalos de 50 mts. Las columnas de color rojo representan

la cantidad de clientes situados a una distancia d de su subestación y adicionalmente, la curva de color azul muestra el porcentaje de cobertura acumulado. Además, cabe señalar que el algoritmo fue ejecutado para las ciudades de mayor cantidad de clientes urbanos que posee CGE a la fecha, es decir, Rancagua, Talca, Concepción, Talcahuano y Temuco.

Gráfico # 1. Estimación de Cobertura mínima.



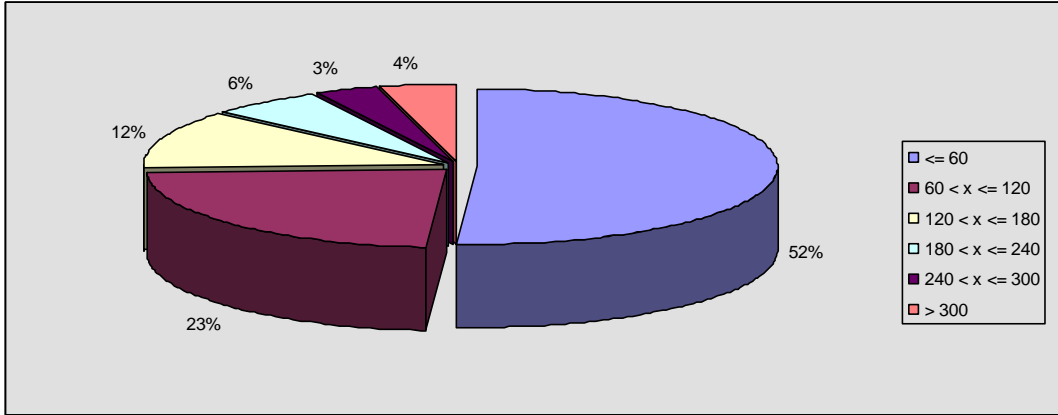
Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por CGE.

De acuerdo al gráfico anterior, la distribución que presenta la cantidad de clientes, tiene relación directa con los criterios de diseño e implementación de redes eléctricas de baja tensión, en donde se trata de minimizar la pérdida de energía en los conductores, minimizando la distancia promedio entre subestación y cliente. Debido a esto, es relativamente poco probable (< 3%) encontrar clientes conectados a más de 400 mts., respecto de su subestación.

De esta manera es posible concluir que el 97% de los clientes urbanos de las ciudades consideradas en el análisis, se ubican a una distancia menor o igual a 400 mts. de su Subestación BT (Baja Tensión). Dicho en otras palabras, si se pretende cubrir el 97% de los clientes, será necesario contar con un sistema PLC que brinde una cobertura mínima de 400 mts. de conductor lineal.

Adicionalmente, es muy importante considerar la cantidad de clientes conectados en cada circuito BT. En términos técnicos se habla de la *cantidad de empalmes por subestación*. El siguiente gráfico muestra la distribución promedio de esta variable, en base a cálculos realizados sobre la base de datos corporativa de CGE, considerando las 5 ciudades anteriormente descritas. Cabe señalar que no se trata de un muestro estadístico, ya que el cálculo se realizó sobre el total de clientes de la red de la compañía (Población Total).

Gráfico # 2. Distribución de la cantidad de empalmes.



Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por CGE.

A partir del gráfico anterior, es posible destacar que el 52% de las subestaciones se caracterizan por tener menos de 61 empalmes registrados. Es posible visualizar el resto de la distribución en la leyenda adjunta al gráfico.

4.4.- Cortes de Suministro

Si se pretende instalar un sistema de transmisión de datos sobre una plataforma de distribución de energía eléctrica, es muy relevante considerar la relación de dependencia que existirá entre ambos sistemas. Para un correcto funcionamiento del sistema *PLC*, la red eléctrica debe estar operativa, en términos de todas sus variables. Por razones obvias, el *Uptime* de la red *PLC* dependerá del *Uptime* de la red eléctrica, ya que sin suministro de energía, los equipos de datos no podrán operar, salvo que se utilicen sistemas de alimentación ininterrumpida de energía (UPS), en todos los equipos de la cadena de comunicaciones.

De acuerdo a la regulación de la industria eléctrica, si un cliente de baja tensión percibe un total superior a 20 horas de corte de suministro al año en más de 22 veces, este podría recibir una compensación por parte de la empresa eléctrica. En términos porcentuales, un cliente debe percibir un mínimo de 99,77% de *Uptime* anual en su suministro eléctrico. De acuerdo a la información recopilada de la base de datos de CGE, correspondiente al primer semestre del 2003, es posible presentar los siguientes resultados:

Tabla # 4. Duración acumulada de cortes de suministro (al año).

Interrupción	Clientes	Porcentaje
Menor igual a 20 hrs.	636.685	93,10 %
Mayor a 20 hrs.	33.154	4,85 %
Sin corte	14.015	2,05 %

Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por CGE

Tabla # 5. Frecuencia de cortes de suministro (al año).

Frecuencia de Corte	Clientes	Porcentaje
Menor igual a 22 hrs.	661.137	96,68 %
Mayor a 22 hrs.	8.702	1,27 %
Sin corte	14.015	2,05 %

Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por CGE

De acuerdo a las tablas anteriores, es posible afirmar que **más del 95% de los clientes de CGE ha percibido en el período de análisis una interrupción menor o igual a 20 horas acumuladas, con una frecuencia máxima menor o igual a 22 cortes en el período.** No se posee un historial de datos, como para realizar un análisis de tendencia y evolución, ya que hace muy poco tiempo se ha comenzado a registrar esta información.

INTERNETWORKING



Switch Core.

5.- INTERNETWORKING: INTERNET Y TELEFONÍA IP

Internetworking o interconexión entre redes trata de resolver el problema creado cuando un emisor y un receptor no están en la misma red. Como la necesidad de comunicarse se hace cada día más necesaria, se han desarrollado herramientas que permiten la compatibilidad entre diferentes modos de operación y lenguaje de comunicación de los equipos. Básicamente, el fundamento de la interconexión de equipos se basa en el siguiente modelo:

5.1.- Modelo OSI y Protocolos de Comunicaciones

Los protocolos son necesarios para que exista comunicación dentro de cualquier tipo de red de Computadores. Son responsables de diversas tareas como:

- Enviar y recibir mensajes de cualquier tipo a través del hardware de la red
- Identificar quién envía y cual es el destino del mensaje, y determinar si la computadora que recibe es el destino final
- Verificar que el mensaje recibido ha llegado intacto o solicitar la retransmisión de mensajes dañados
- Descubrir las computadoras que están operando en la red de área local
- Recibir la identificación de un usuario, de autenticación y de control de acceso
- Codificar y decodificar información transmitida para mantener la seguridad

Una forma fácil de entender el modelo OSI es plantearlo como una manera de descomponer en fases, el transporte de una mercancía (información en bits) desde el lugar de producción hasta el lugar de venta.

Así, el análisis comienza desde que la información entra a un equipo determinado (en la capa de aplicación) y comienza su composición para ser transportada a otro equipo, el que a su vez, “decodificará” los paquetes de datos recibidos para encontrar en ellos la información requerida.

De manera de compatibilizar diferentes tipos de sistemas a nivel mundial, se desarrolló un modelo que separa en 7 capas las distintas funciones del proceso de transmisión de datos:

Tabla # 6. Modelo OSI

Capa o Nivel	Descripción	Ejemplo	
7: Aplicación	Especifica interacción entre aplicaciones	FTP, SNMP, HTTP, etc.	- Gateways
6: Presentación	Controla el formato de la información de controles para despliegue o impresión de datos	JPG, MP3, etc.	- Gateways
5: Sesión	Comunicación de monitores e intermediarios entre sistemas, incluyendo seguridad, "logins" y funciones administrativas	Sistemas Operativos	- Gateways
4: Transporte	Soporta movimiento de datos terminal a terminal entre sistemas, y asegura transmisiones libres de error de su verificación y corrección	TCP - UDP	- Gateways
3: Red	Rutea datos entre sistemas a través de la red para asegurar que los datos arriban al destino correcto	IP - IPX	- Routers
2: Enlace de Datos	Define las reglas para enviar y recibir la información de una computadora a otra.	Direcciones MAC	- Switches, Bridges
1: Físico	Implementa la transferencia física de información entre equipos	Continuidad en Cu, F.O.	- HUBs

5.2.- Tipos de Redes

Una de las características que define el tipo de red, es el tamaño de la zona geográfica que cubre, así como también la cantidad de equipos que interconecta. Las redes también se caracterizan por la tasa de transferencia de datos que soportan. Las velocidades de transmisión de las redes son medidas en bits por segundos, pero la mayoría de las conexiones son bastante rápidas como para usar diferentes ordenes de magnitud:

Tabla # 7. Unidades de tasa de transmisión de datos

Abreviatura	Definición
Kbps	Kilo bits per second = 10^3 bits/seg.
Mbps	Mega bits per second = 10^6 bits/seg.
Gbps	Giga bits per second = 10^9 bits/seg.
Tbps	Tera bits per second = 10^{12} bits/seg.

Fuente: Elaboración Propia

Nótese que hay una diferencia entre los "bps" y los "Bps". Los últimos significan "Bytes per Second", mientras que la primera sigla significa "Bits per Second". Para formar 1 Byte es necesario utilizar un arreglo de 8 bits (ceros o unos).

Para una cantidad de datos determinada, cuanto más rápido enviemos los datos, más costoso será el equipo de transmisión. Por ejemplo, es muy fácil y barato enviar datos a 10 Mbps a través de una LAN, pero muy costoso enviar los mismos datos a 10 Mbps a través de una ciudad o país. El promedio neto de transferencia de datos de la red, que vemos cuando se mueven los archivos y los mensajes a través de la LAN será más bajo en función del tiempo que se necesita para ver si el cable o conductor está libre y para recobrase de las colisiones. En muchos casos, se puede obtener un promedio de red que es igual al 80% del promedio de señalización.

La siguiente tabla muestra el promedio máximo de datos de red que podemos esperar para cada uno de los promedios de señalización más comunes:

Tabla # 8. Tasa de transmisión de datos de la red

Índice de Señalización	Definición
1 Mbps	800 Kbps o 100 KBps
10 Mbps	8 Mbps o 1 MBps
100 Mbps	80 Mbps o 10 MBps
1 Gbps	800 Mbps o 100 MBps

Fuente: Elaboración Propia

El promedio real máximo de datos de la red que obtendremos se verá fuertemente afectado por la velocidad de los equipos que se utilizarán, además de la cantidad de abonados, y la distribución del tráfico entre los diferentes nodos.

Como regla nemotécnica, es posible recordar una tasa de 1:10 (Bps : bps) en términos reales y sin colisiones.

5.2.1.- Redes de Área Local (LANs)

Las LAN son las redes más pequeñas, que van de unos pocos metros a unos pocos kilómetros. A pesar de que este tipo de redes están limitadas a una cobertura reducida, las tecnologías para LAN disponibles permiten conectar desde unos pocos, hasta miles de Computadores a una sola LAN. El costo de la tecnología aumenta cuando se conectan más equipos, ya que obviamente deberá aumentar la capacidad de transportar información.

La tecnología de conexión más común es el “par trenzado” de alambres de cobre dentro de una “chaqueta” protectora, llamado Cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*). Obviamente, existen diferentes categorías para este tipo de cableado, las que son presentadas a continuación:

Tabla # 9. Tipos de Cable UTP

Abreviatura	ACR mínimo de 10 dB
CAT 4 (obsoleto)	20 MHz
CAT 5 (obsoleto)	100 MHz
CAT 5e	350 MHz
CAT 6	500 MHz

ACR = *Attenuation Crosstalk Ratio*

Fuente: Elaboración Propia

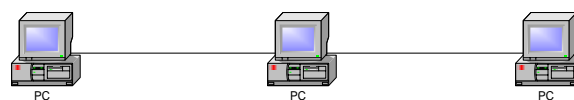
El cable UTP es el más usado, debido a su bajo costo, y flexibilidad para mover y cambiar la distribución geográfica de una red. Aunque originalmente se diseñó para voz, el par trenzado ha visto numerosos avances, que lo convierte útil para teléfonos, estaciones de trabajo y servidores. Una de las ventajas más importantes del cable UTP es su alta resistencia al “*crosstalk*”. El trenzado evita las interferencias de los otros pares del cable mismo. Es por esto que se recomienda UTP en lugar de cables de 4 hilos sin trenzar en instalaciones multilínea.

Además, existe el Cable STP (*Shielded Twisted Pair*), diseñado especialmente para entornos “ruidosos” como aeropuertos o fábricas. Estos lugares contienen interferencias de radio frecuencia (RFI) y/o interferencia electromagnética (EMI). El apantallamiento en los cables STP protegen los datos transmitidos a través del cable y evita que el propio cable emita EMI y RFI.

Existen diferentes topologías dentro de las redes LAN, que definen la manera de interconectar los equipos que la componen:

- Algunas Redes LAN son implementadas en base a una topología de Bus Local

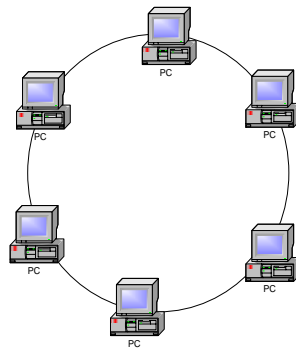
Figura # 4. Topología de Bus Local



Fuente: Elaboración Propia.

- Otras, basan su funcionamiento en la topología de Anillos Lógicos

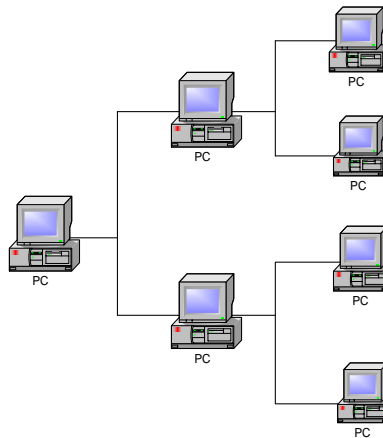
Figura # 5. Topología de Anillo



Fuente: Elaboración Propia.

- Una topología de Árbol Lógico puede contener múltiples nodos

Figura # 6. Topología de Árbol



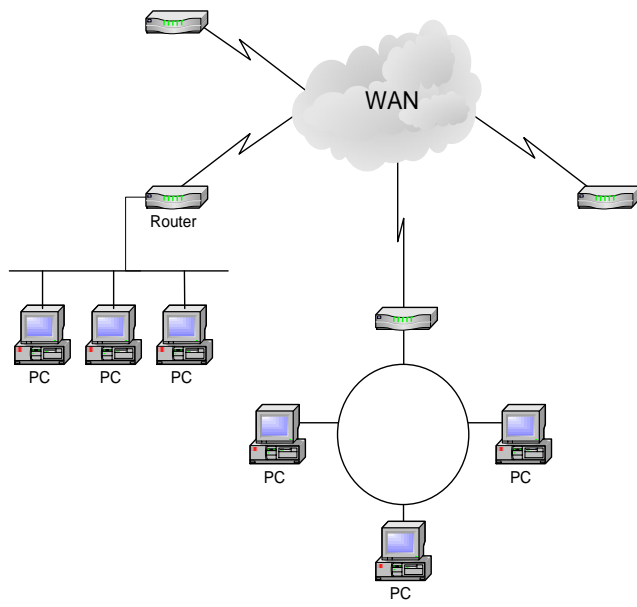
Fuente: Elaboración Propia.

Los métodos de transmisión utilizados dentro de una LAN pueden ser clasificados en tres categorías:

- **Unicast:** Un paquete es enviado desde su remitente a su destino. Inicialmente, el remitente marca el paquete con la dirección de destino, y luego el paquete es enviado a través de la red, para llegar finalmente a su receptor.
- **Multicast:** Consiste en un paquete que es copiado y enviado a una determinada Sub-Red o agrupación de Nodos dentro de una red. El paquete es marcado con una *Dirección de Multicast* para luego ser enviado a la red, la que a su vez ejecuta copias del paquete y los envía a cada uno de los nodos correspondientes.
- **Broadcast:** Un paquete es copiado y enviado a todos los nodos de la Red. En este caso, el paquete es marcado con una *Dirección de Broadcast*. Luego el paquete es copiado y enviado a todos los nodos a medida que viaja por la red.

Usualmente, las redes LAN son interconectadas a través de rutas creadas en redes WAN (Wide Area Network), utilizando *Routers* o incluso equipos denominados *LAN Extenders*.

Figura # 7. Interconexión LAN - WAN

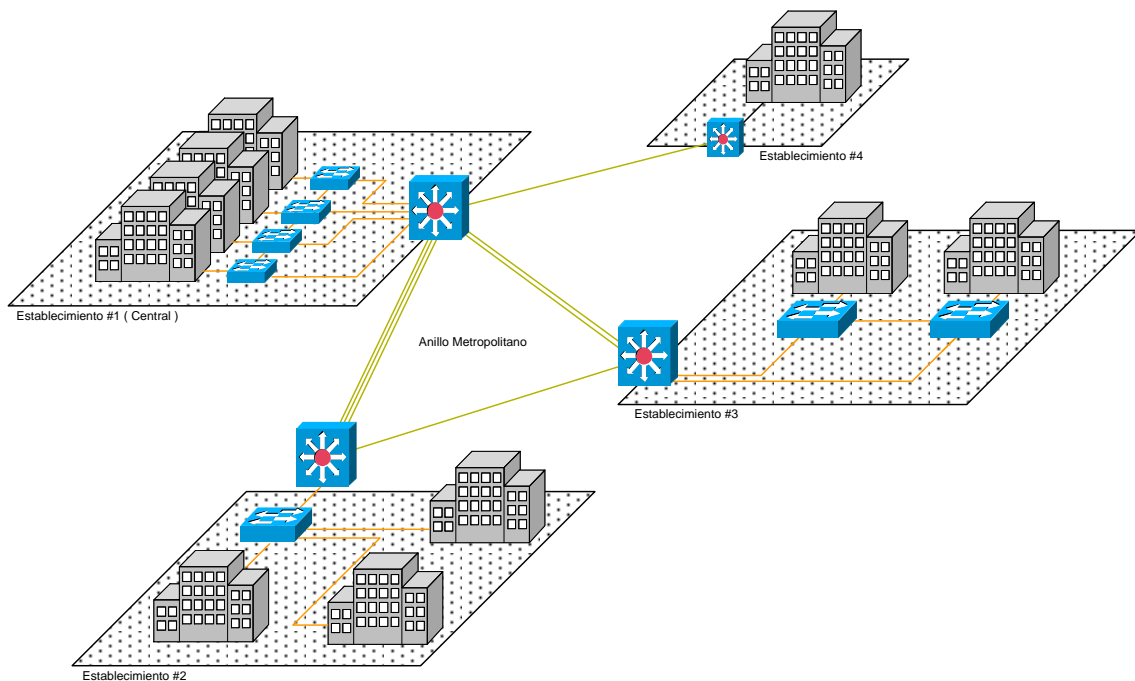


Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.- Redes de Área Metropolitana (MANs)

De los 3 tipos de redes (LAN, MAN, WAN), de la que menos se ha oído hablar en Chile es de la MAN. Algunas fuentes no reconocen a la MAN como una categoría distinta, y juntan lo que llamamos MAN con WAN. Ya que por definición, una MAN cubre una superficie de terreno no despreciable (un campus o una ciudad), es muy común utilizar fibra óptica, como medio de transporte de información, en forma de trazados punto-a-punto con enlaces redundantes entre los nodos de la red. En los últimos 5 años, se han desarrollado nuevas técnicas de transporte de alta velocidad, que ofrecen suficiente ancho de banda como para construir una plataforma multiservicio. La IEEE, a través de los estándares 802.3z y 802.3ae, define la nueva generación de redes *Ethernet*, presentando técnicas de *Gigabit Ethernet* en cobre y fibra óptica, y ratificando en Mayo del 2002 el nuevo estándar de *10 Gigabit Ethernet*, solamente para fibra óptica.

Figura # 8. Topología de una Red Metropolitana



Fuente: Elaboración Propia.

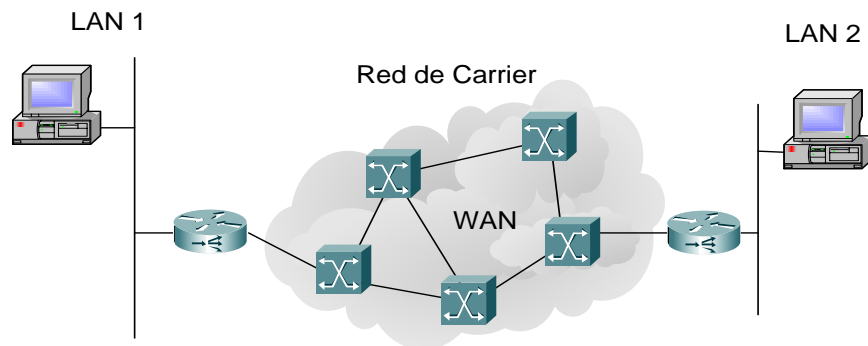
5.2.3.- Redes de Área Amplia (WANs)

Quiénes utilizan Internet usan una conexión WAN en algún lado. La conexión se puede establecer con el ISP o con una LAN privada. En cualquiera de las dos formas, los PCs de los usuarios raramente se conectan a las WAN de manera directa; casi siempre hay una LAN que interviene, y a menudo una MAN de por medio.

Más allá de su capacidad para cubrir el globo, la característica dominante de las WAN es que están construidas en un vasto conjunto de estándares que deben ser cumplidos por todos los equipos que se conecten. Obviamente eso, trae consigo costos altísimos como cruzar un océano con Fibra Óptica o lanzar un Satélite al espacio y construir los respectivos telepuertos, etc.

La única forma de cubrir estos costos, es compartiéndolos entre muchos usuarios de la red. A raíz de que las redes son compartidas, todos los usuarios tienen que seguir estándares que define la operación de la red, de forma que el tránsito de todos pueda ser transportado sin interferencias.

Figura # 9. Topología de una Red WAN



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la figura anterior, la red WAN de un *Carrier* como ENTEL o Telefónica CTC Chile, consta de muchos equipos interconectados y dispersos en una gran zona geográfica. En este caso, el cliente que posee una red LAN en la Zona #1 (por ejemplo, Arica) y desea conectar una nueva sucursal ubicada en la Zona #2 (Puerto Montt), lo hace a través de la red WAN del portador que corresponda.

5.3.- Equipos de Internetworking

Una Interred, es una colección de redes individuales, conectadas mediante equipos intermedios (*Routers*), los que permiten visualizar el conjunto como una gran red. Si hablamos de redes, estamos hablando de equipos interconectados entre si. Por razones obvias, el *performance* de la red se verá afectado por la calidad de equipos que formarán la red, tanto por la calidad de los elementos que conducen la información (cable UTP, fibra, Microondas, etc.). Por regla general, si un equipo es capaz de operar en una mayor cantidad de capas o niveles del modelo OSI, éste tendrá un costo mayor, es decir, mayor funcionalidad, mayor costo. Es debido a esto, que podemos notar una diferencia clara entre *Gateways*, *Routers*, *Switches* y *Hubs*, por ejemplo.

Existen numerosos fabricantes de equipos, los que han respetado una serie de normas y estándares en la fabricación de sus productos, lo que les permite operar sin problemas (generalmente) al estar inmersos en una plataforma con equipos similares, pero de fabricantes distintos.

Es aquí donde el “*Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.*” o IEEE, es la entidad encargada de definir los estándares a utilizar en las tecnologías de comunicaciones.

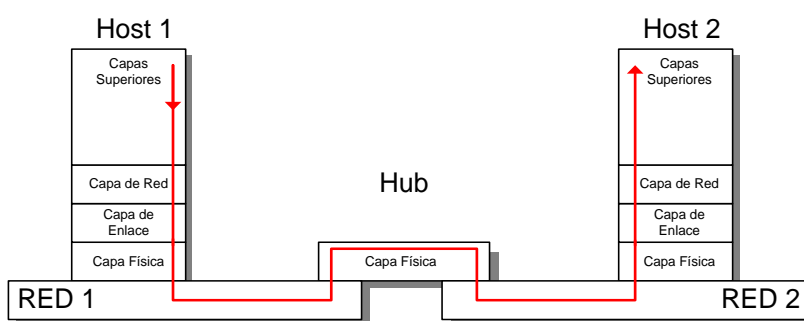
En este estudio, se utilizará la simbología de equipos propuesta por *CISCO Systems*, uno de los principales fabricantes de equipos de *internetworking*.

5.3.1.- Hubs y Repetidores

Las señales eléctricas se degradan cuando son transmitidas por los efectos de la Ley de Ohm. La atenuación crece de manera proporcional a la longitud de los conductores por los que se produce la transmisión. Cuando la longitud del cable de red es grande, la señal puede llegar al otro extremo casi imperceptible, lo que origina graves problemas de conectividad.

En este caso, se utilizan Repetidores y *Hubs*, para incrementar la cobertura de una red. Los repetidores y *Hubs* regeneran la señal eléctrica que le llega por una de sus puertas, a través de todas las puertas que tenga el equipo. Estos equipos no poseen inteligencia alguna, como para discriminar o detectar características en los paquetes de datos que reciben, ya que únicamente son vistos como trenes de pulsos eléctricos.

Figura # 10. Esquema de Operación de un Hub



De acuerdo a la simbología adoptada en este estudio, el *Hub* será señalizado de la siguiente manera:

$$HUB = \text{[Icono de un Hub]}$$

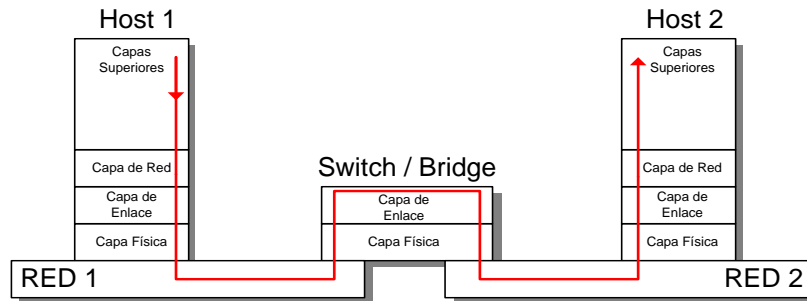
Este tipo de equipos son utilizados muy velocidad, ya que generan serios problemas de reemplazados por *Switches* de bajo costo.

esporádicamente en redes de alta colisiones en redes *Ethernet*. Han sido

5.3.2.- Switches y Bridges

Los *Bridges* (Puentes) y los *Switches* (Conmutadores), son equipos que poseen algún grado de inteligencia, ya que deben almacenar y re-transmitir las tramas que entran por sus puertos, en función del contenido de las mismas. Se utilizan para conectar segmentos de redes diferentes. Operan en el nivel 2 de OSI, es decir, su unidad de operación básica es la trama de red.

Figura # 11. Esquema de Operación de un Switch



En términos generales, ambos equipos cumplen la misma función. La diferencia consiste en que el Switch conmuta las tramas por *Hardware*, y el *Bridge*, por *Software*. En la actualidad, los *Switches* han dominado las redes, debido a que tienen mejor *performance*, mayor densidad de puertas, menor costo por puerta, mayor flexibilidad, etc. Se simbolizan de la siguiente manera:

Switch Capa 2 =



Bridge =



Adicionalmente, se han desarrollado *Switches* que operan en capas superiores (3 y 4), lo que permite adicionar al *Switch* capacidades de ruteo avanzadas y filtrado de paquetes, entre otras cosas. Estos equipos se utilizan generalmente en los núcleos de convergencia de datos de una red. Se simbolizan de la siguiente manera:

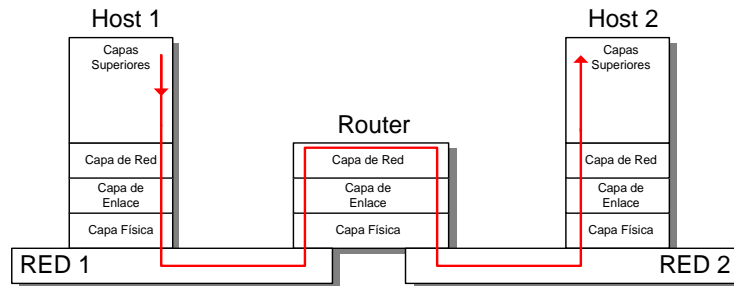
Multilayer Switch =



5.3.3.- Routers

El *Router* (Ruteador o Encaminador) interconecta redes operando en el nivel 3 de OSI, por lo tanto, su funcionalidad está fuertemente condicionada por protocolo de red. Esto hace que sea un equipo intensivo en utilización de CPU, ya que emplea tiempo de proceso en analizar los paquetes del nivel de red que le llegan. Sin embargo, permiten una organización muy flexible de la interconexión de las redes.

Figura # 12. Esquema de Operación de un Router



Generalmente son simbolizados de la siguiente manera:

Router =

La tarea de un Router se fundamenta básicamente en 2 operaciones muy simples:

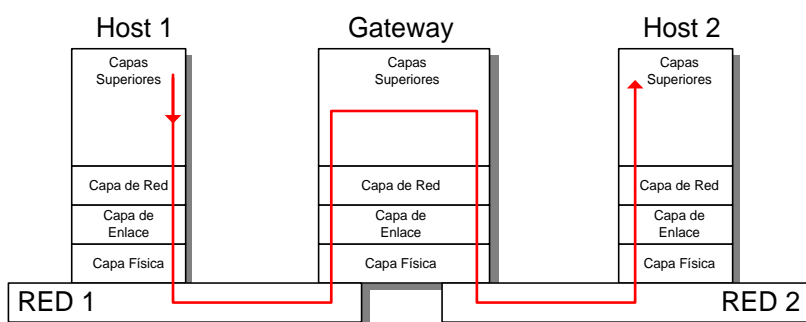
- Determinar la Ruta Óptima entre Origen y Destino
- Transportar paquetes de información entre redes

La calidad en el diseño de un *Router*, viene dada por el tipo de algoritmos que sean incorporados en el equipo, de manera que utilicen la menor cantidad de recursos posibles, lo que trae consigo que los equipos puedan operar con CPUs mas pequeñas, reduciendo el costo para el cliente final. Además, deben utilizar algoritmos robustos, para que operen de manera correcta bajo altos niveles de tráfico, alto nivel de carga o incluso en implementaciones incorrectas. Estos equipos son de vital importancia en el diseño de una red LAN, MAN y WAN, ya que actúan como nodos neurálgicos de la red, y nos permiten manejar el crecimiento y controlar los recursos de la plataforma.

5.3.4.- Gateways

Un *Gateway* es un equipo que ofrece una puerta de enlace a una red de diferente o igual naturaleza que la red de origen. Por ejemplo, si el usuario de un Teléfono IP quiere que su comunicación llegue hasta un teléfono tradicional análogo de una empresa telefónica cualquiera, es necesario utilizar un equipo que recoja los paquetes de voz generados por el teléfono IP, los interprete y luego los envíe como una señal análoga a través de la Red Pública de Telefonía Conmutada. Este tipo de labor es realizada por equipos denominados *Gateways*. Se caracterizan por operar en capas superiores o iguales a la del nivel 4 de OSI. Obviamente, estos equipos pueden ser clasificados dentro de los más onerosos. Generalmente, son equipos de mayor inteligencia, flexibilidad y lentitud. La mayor parte de ellas han sido implementadas a nivel de software. Existen tantos tipos de *Gateways* como aplicaciones podamos imaginar, debido a que no tienen una localización perfectamente definida en la jerarquía de niveles. De hecho, cualquier operación que no pueda ser realizada por *Hubs, Switches, Bridges o Routers*, debe ser realizada por un *Gateway*.

Figura # 13. Esquema de Operación de un Gateway



Básicamente, es posible clasificar los Gateways dentro de 2 grandes grupos:

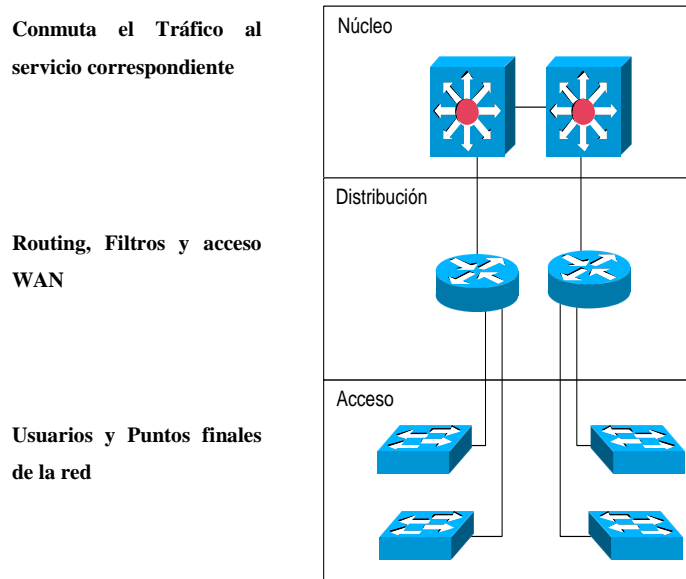
- Gateways de Enlace
- Gateways de conversión de Protocolos

Más adelante, se entrará en detalle cuando sea necesario utilizar este tipo de equipos en el diseño de la Red Dorsal o *Backbone* del sistema PLC. No tienen un símbolo específico.

5.3.5.- Modelo Jerárquico de Diseño e Implementación de Redes

Para simplificar el diseño, implementación y administración de redes, es muy común utilizar el modelo jerárquico para describir los diferentes niveles de agregación que posee una red. Las redes no deben ser segmentadas únicamente en base a cantidad de usuarios. En redes de gran escala se hace necesario segmentar en relación a la convergencia de información. Es aquí donde aparece el modelo presentado a continuación:

Figura # 14. Modelo Jerárquico de Redes



Fuente: Cisco Systems.

5.3.5.1.- Nivel de Acceso (Access Layer)

Corresponde a la plataforma donde los usuarios son conectados a la red. De acuerdo al foco de este estudio, el nivel de acceso corresponde directamente a los equipos PLC instalados en terreno, los que se interconectarán entre ellos y hacia el nivel superior de agregación de este modelo, el nivel de distribución.

5.3.5.2.- Nivel de Distribución (Distribution Layer)

El nivel de distribución es responsable de intercomunicar grupos de usuarios (*routing* entre subredes), así como la aplicación de filtros y la interconexión con el nivel de núcleo o *Core Layer*. Los enlaces WAN son concentrados en este nivel, así como también la transición entre diferentes protocolos de Capa 2 (*Ethernet, ATM, Frame Relay*, etc.). En este nivel es donde los paquetes son enrutados de manera eficiente (rutas más cortas), en base a protocolos en enrutamiento. Comúnmente, se habla de nivel de transporte de datos, ya que es aquí donde se establecen las rutas de interconexión entre los usuarios y los centros de información. Debido a esto, se deben aplicar, en los equipos correspondientes a este nivel, las políticas de restricción de ancho de banda.

5.3.5.3.- Nivel de Núcleo (Core Layer)

Los equipos que operan en este nivel, son responsables de conmutar los paquetes de datos lo más rápido posible para que lleguen al destino apropiado. Generalmente, el *host* (nodo) de destino presta algún servicio en particular, el cual es solicitado por el cliente. Estos servicios son los que comúnmente se conocen por *servicios complementarios*. En el punto siguiente, se hará una descripción completa de ellos.

Estos equipos se ubican generalmente en establecimientos llamados *Network Operation Centers* o *NOCs*. Es aquí donde además se encuentran los servidores de base de datos, de administración y gestión de la red, los enlaces hacia los proveedores y a otros ISPs.

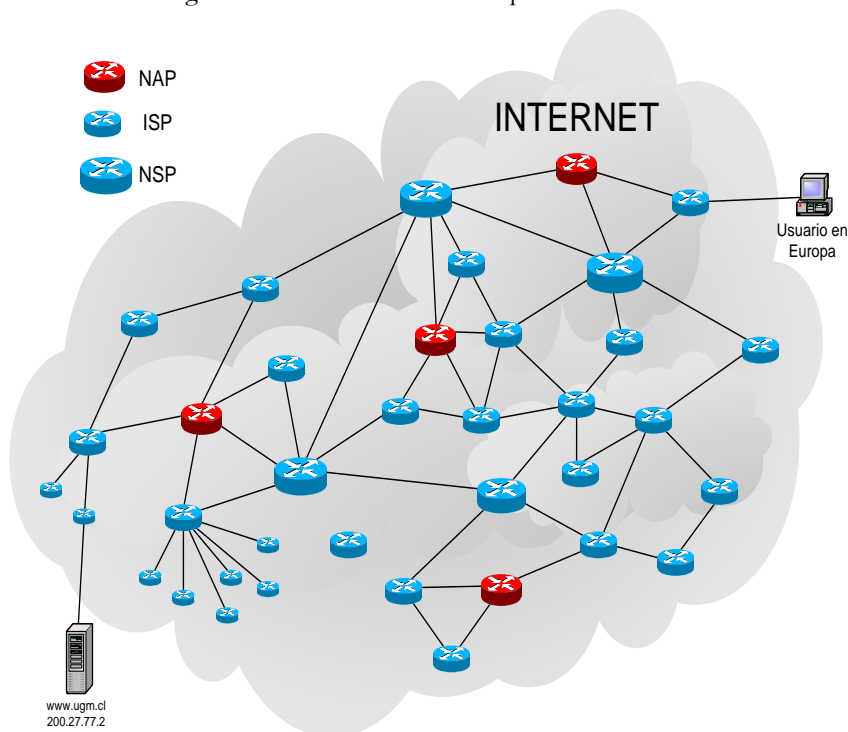
Para poder diseñar una red de manera eficiente, es necesario entender la manera en que se utilizará la red y las necesidades de los usuarios. Estas necesidades pueden ser mapeadas en un modelo que puede ayudar al posterior diseño de la red.

Una de las mejores formas para entender la topología de construcción de una Inter-red, es comprendiendo primero como los paquetes de datos viajan a través de una red, que posea tendencias de uso similares.

5.4.- Funcionamiento de Internet

La Red más grande del planeta, Internet, opera en base a la interconexión entre *Network Service Providers* (NSPs) e *Internet Service Providers* (ISPs). Los NSPs proveen generalmente los enlaces intercontinentales, a través de los cuales la información de un ISP viaja a otro ISP, ubicado en otra región del globo. Los usuarios finales, como empresas o residenciales, se conectan a través de variadas tecnologías de acceso a su ISP local, el cual se conecta generalmente al *Network Access Point* (NAP) de su región, lugar donde convergen los enlaces de otros ISPs locales. Los ISPs locales pueden ser dueños de sus propias redes de acceso, o arrendarlas a empresas telefónicas o eléctricas. A su vez, estos pueden contratar enlaces internacionales con los nodos principales de la región (Miami, New York, San Francisco o Chicago en America), o simplemente ser dueños de las fibras transcontinentales (Inversión considerablemente alta).

Figura # 15. Interconexión de operadores en Internet



La velocidad de conexión entre los nodos de Internet, depende directamente de la cantidad de abonados que tenga el ISP y del ancho de banda provisionado en sus enlaces, ya que esto se traduce directamente a tasas de transferencia mínimas que aseguran un determinado nivel de calidad de servicio. De esta manera, los enlaces pueden ser expresados en Mbps, Gbps o Tbps, dependiendo de la magnitud de información que se desee transportar por unidad de tiempo. Un ISP puede o no tener una conexión directa con un NAP, así como también, depender de otro ISP para lograr el acceso al NAP.

En Chile, según lo establecido en la norma técnica de resolución N° 698 de 30.06.00 de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, los ISP nacionales deben interconectarse entre ellos, a través de los "Puntos de Intercambio de Tráfico" o PITs. Esto cumple con la función de retener el tráfico originado a nivel nacional y dirigido a un equipo ubicado en Chile, dentro de las redes de los ISPs nacionales, sin necesidad de seguir rutas absurdas que hacían a los paquetes IP salir y volver a entrar a Chile.

En nuestro país, existen 7 PITs a la fecha, los cuales corresponden a los ISPs de mayor envergadura de Chile. Estos, a su vez, ofrecen enlaces de acceso a ISP de menor escala, los que brindan el

acceso a los clientes finales, tanto empresas (enlaces dedicados de 512 Kbps hasta 155 Mbps) como también a residenciales.

La tabla siguiente muestra el tipo y velocidad del enlace que une a los ISP primarios que forman parte de los Puntos de Intercambio de Tráfico, y adicionalmente, NAP Chile.

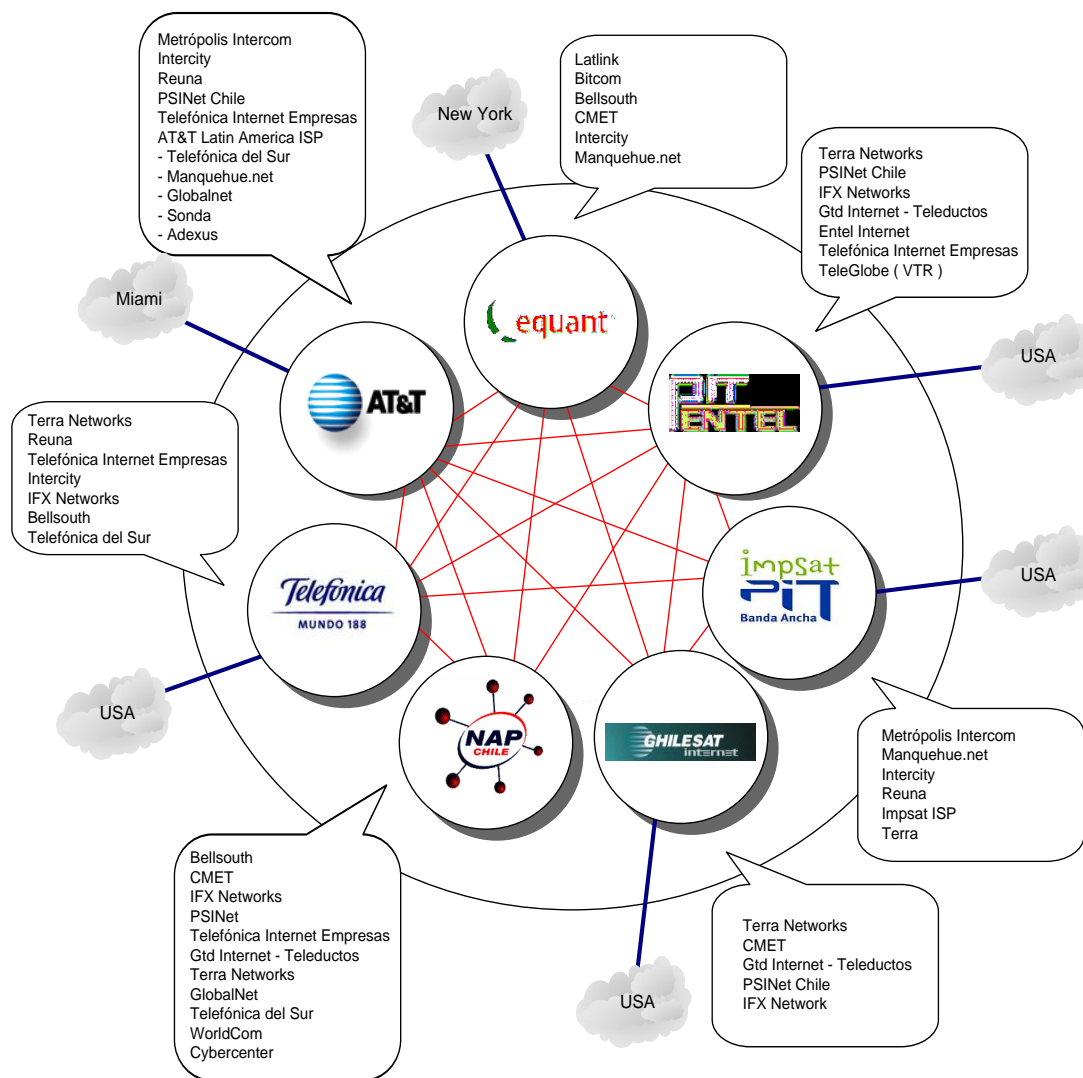
Tabla # 10. Matriz de Interconexión entre PITs

	AT&T	Equant	Impsat	Entel	Telefónica	Chilesat	NAP
AT&T		ATM OC12	FEoATM	FEoATM	ATM OC12	ATM OC12	Fast Eth.
Equant	100 Mbps		-	FEoATM	ATM OC3	Fast Eth.	Fast Eth.
Impsat	100 Mbps	Sin Enlace		Fast Eth.	ATM STM-1	Fast Eth.	-
Entel	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps		ATM STM-1	Ethernet	-
Telefónica	10 Mbps	100 Mbps	155 Mbps	155 Mbps		-	Fast Eth.
Chilesat	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	10 Mbps	Sin Enlace		-
NAP	100 Mbps	100 Mbps	Sin Enlace	Sin Enlace	100 Mbps	Sin Enlace	

Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile – Dic 2002

Es posible visualizar que no todos los ISPs se encuentran interconectados entre ellos, e incluso que, por ejemplo, tanto ENTEL, como Chilesat e Impsat, no se encuentran conectados a NAP Chile. La figura siguiente muestra la interconexión entre los PIT de Chile, y los proveedores menores conectados a cada uno de los PIT. No es error ver que, proveedores pequeños como PSINet Chile, aparezcan conectados al PIT de ENTEL, al PIT de Chilesat y a AT&T. Simplemente este tipo de empresas han optado por enlaces de respaldo con diferentes proveedores, lo que permite minimizar el riesgo de falla en el servicio.

Figura # 16. Puntos de Intercambio de Tráfico en Chile



Fuente: Elaboración Propia.

Es importante considerar la ruta de enlace que poseen estos proveedores hacia E.E.U.U., ya que Norteamérica se considera como el centro de convergencia de Internet, y por lo tanto, el lugar donde encontraremos las rutas hacia los distintos centros de información del plantea.

Adicionalmente, ISPs como AT&T, Impsat y Equant (Globalone) han encontrado su nicho de mercado en el segmento corporativo, ofreciendo únicamente enlaces de alta velocidad a grandes empresas y a ISPs más pequeños.

5.4.1.- Direccionamiento IP

Para que un equipo pueda interactuar en una red IP o IPX, es necesario que tenga una dirección o número identificativo único dentro de la red. En el caso de una red IP, cada dirección se compone de 4 octetos de bits y a una máscara de red, por ejemplo:

200.27.9.155 /24
10.0.1.2 /16

Cuando se habla de Internet, cada *Host* conectado a ella, posee una dirección IP válida (o pública) que es proporcionada al cliente por el ISP correspondiente.

La institución responsable de administrar la asignación de direcciones IP es “*American Registry for Internet Numbers*” o “*ARIN*”. Para efectos de recibir un intervalo de direcciones IP disponibles para un ISP, es necesario realizar finalmente una solicitud a esta entidad, pero si se trata de ISPs pequeños, se recomienda considerar la siguiente jerarquía:

- 1- Solicitar direcciones IP al proveedor de servicios
- 2- Solicitar direcciones IP al proveedor del proveedor
- 3- Solicitar direcciones IP a ARIN

La magnitud mínima o bloque mínimo de direcciones IP asignadas por ARIN es una /20, es decir, direcciones suficientes para 4096 *Hosts*. Los ISPs que no cumplan con los requerimientos mínimos para optar a una /20 o necesitan una cantidad menor de direcciones IP, deben obligatoriamente solicitarlas a través de su proveedor de servicios.

A continuación se presenta una tabla que detalla la cantidad de *Hosts* en función de los bits de máscara de red, para IPv4:

Tabla # 11. Distribución de *Hosts* acorde al tipo de máscara de red.

Tamaño Solicitado	Cantidad de Redes /24	Cantidad de Hosts
/20	16	4.096
/19	32	8.192
/18	64	16.384
/17	128	32.768
/16	256	65.536
/15	512	131.072
/14	1.024	262.144

Fuente: Publicaciones 2003 de ARIN.

En caso de tramitar la solicitud directamente con ARIN, es muy importante que la solicitud del ISP justifique claramente el uso se le darán a las direcciones IP en trámite. Si no existen impedimentos adicionales, el ISP debe suscribir una cuota anual en dólares, de acuerdo a la cantidad de direcciones que maneje. A continuación se detalla el costo de cada una de ellas:

Tabla # 12. Tarifas de suscripción anual de ARIN

Categoría	Cuota	Tamaño	
Small	\$ 2,5K	/24 - /19	8.192
Medium	\$ 5K	> /19 - /16	65.536
Large	\$10K	> /16 - /14	262.144
X-Large	\$20K	> /14	-

Fuente: Publicaciones 2003 de ARIN.

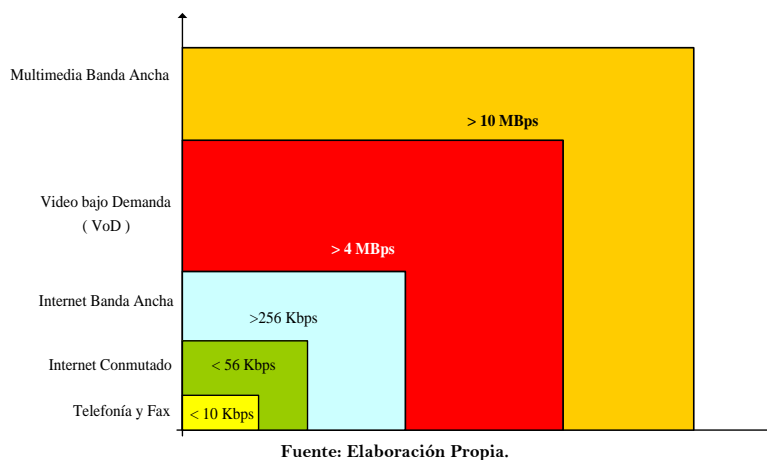
5.4.2.- Servicios complementarios

Un servicio de acceso a Internet, no es nada más que un medio para acceder a bases de información y contenido a nivel mundial. Existen diversos formatos que permiten transferir esta información desde los servidores del proveedor hacia el cliente o usuario final. Generalmente, los usuarios de Internet utilizan el protocolo *http* (*Hyper-Text Transfer Protocol*) para acceder a las páginas web. Adicionalmente, se han desarrollado aplicaciones que utilizan protocolos de comunicación muy distintos al *http*, que permiten ofrecer servicios muy atractivos para los usuarios de Internet. A continuación se presenta un listado de los servicios complementarios comúnmente usados en Internet, destacando los protocolos utilizados por cada servicio:

- Navegación Web (HTTP)
- Servicio de Chat (IRC, SIP, Protocolos propietarios)
- Correo Electrónico(SMTP, IMAP, POP3)
- Telefonía IP (H.323, SIP, MGCP)
- *Download* de Archivos (FTP, HTTP)
- Servicio de Juegos (Protocolos Proprietarios basados en TCP y UDP)
- Video Conferencia (H.323, SIP, MGCP)
- Video-on-Demand (H.323, SIP, MGCP)

La figura siguiente representa gráficamente el consumo de ancho de banda en función del tipo de aplicación:

Figura # 17. Consumo de Ancho de Banda en relación al tipo de aplicación



5.5.- Tópicos básicos de Telefonía IP

La integración de Voz sobre una plataforma de datos es una de las tendencias actuales más relevantes, ya que permite agregarle valor a la inversión tecnológica existente. La mayoría de los proveedores de servicios han sido atraídos por esta solución de bajo costo, y expertos fabricantes como Cisco Systems, estiman que **solo el 25% del costo de una red tradicional de voz (Red basada en circuitos), corresponde a la habilitación de una red de Voz Paquetizada.**

Existen numerosos estándares para la interoperabilidad de equipos de Voz, destacándose dentro de los más eficientes el H.323 (Aprobado por la ITU en Junio de 1996). A contar de esa fecha, el H.323 ha evolucionado bastante, permitiendo una mejor calidad de voz a menores consumos de ancho de banda.

SIP (*Session Initiation Protocol*) es un nuevo protocolo de señalización utilizado para el transporte de voz sobre redes de datos, que lentamente ha ido ganando territorio, con una arquitectura Punto-a-Punto muy similar a H.323. A diferencia de H.323, SIP es un protocolo orientado a la Internet desde su diseño hasta su funcionamiento. Se encuentra descrito en la RFC 2543, que fue desarrollada por la *IETF MUSIC Working Group* en Septiembre de 1999.

Adicionalmente, existe **MGCP** (*Media Gateway Control Protocol*) que propone un nuevo concepto en señalización de VoIP. Este protocolo ha evolucionado para responder a la necesidad de una administración absolutamente centralizada de todos los dispositivos de una gran red de voz y datos. Por el momento, muy pocos equipos soportan este protocolo, pero se prevee que en un futuro dejará obsoletos a H.323 y a SIP.

En términos generales, es posible transportar voz utilizando cualquiera de las siguientes alternativas:

- Voz sobre *ATM* (Capa 2)
- Voz sobre *Frame Relay* (Capa 2)
- Voz sobre *IP* (Capa 3)

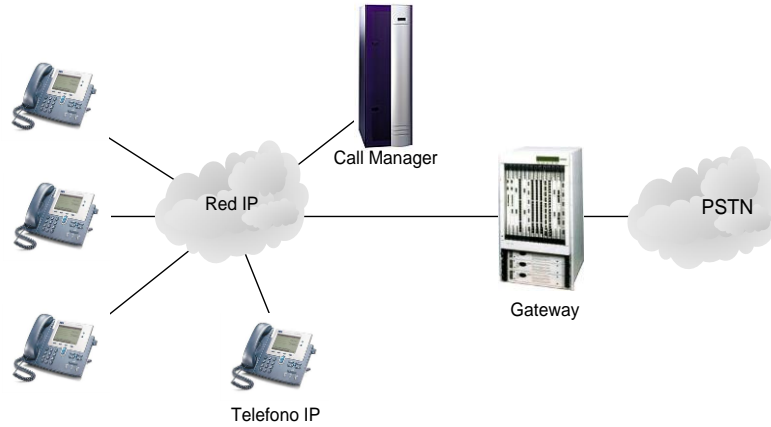
Además es posible utilizar combinaciones entre ellas, como por ejemplo, paquetizar la voz en una red LAN y luego transportarla a través de una red WAN basada en *ATM* o *Frame Relay* (ambos protocolos de Capa 2), para llegar finalmente a otra LAN *Ethernet*. Debido a que IP es un protocolo Capa 3, es posible realizar ejercicios como el anteriormente descrito.

5.5.1.- Arquitectura Básica en H.323

En caso de utilizar H.323, es necesario utilizar los siguientes dispositivos:

- Terminales: Pueden ser Teléfonos IP o directamente un PC ejecutando una aplicación del tipo *Softphone*, que aprovecha los dispositivos multimedia del equipo (Mic y Parlantes) para habilitar el uso de Telefonía.
- Gatekeeper o Call Manager: Es responsable de administrar la operación de los equipos de voz, ofreciendo servicios de asignación de numeración, control de llamadas, tarificación, para los dispositivos terminales H.323.
- Gateway: Corresponde a un equipo de borde responsable de brindar comunicación full-duplex entre los terminales H.323 y la red pública de telefonía conmutada, a través de enlaces ISDN Primarios (30 Canales por cada enlace).

Figura # 18. Configuración Genérica para Telefonía IP



Fuente: Elaboración Propia.

5.5.1.1.- Codificación de Voz para H.323

En Telefonía IP, la señal acústica de voz debe ser digitalizada y codificada, para ser transportada a través de las redes. Como sabemos que el ancho de banda es un recurso limitado, es posible aplicar algoritmos de compresión que reducen el consumo de ancho de banda para transportar los canales de voz. Obviamente, en el *host* de destino, es necesario decodificar los paquetes y convertirlos nuevamente en una señal análoga. Este proceso es realizado por una Aplicación llamada “*Digital Signal Processor*” o DSP, que en este caso específico es llamado CODEC.

A continuación, se presentan diferentes alternativas de CODECs a utilizar, dependiendo de la calidad y el uso de ancho de banda que sea necesario:

Tabla # 13. Clasificación de Algoritmos de Codificación – Decodificación de Voz

Standard	Bit - Rate	Calidad	Comentarios
G.711 - A	64k	☺☺☺☺☺	Codificación Standard PCM usada en Telefonía Conmutada por circuitos. Cada Equipo H.323 debe soportar al menos esta Norma.
G.711 - mu	64k	☺☺☺☺☺	Codificación Standard PCM usada en Telefonía Conmutada por circuitos. Cada Equipo H.323 debe soportar al menos esta Norma.
G.726	32k	☺☺☺☺☺	Algoritmo ADPCM
G.728	16k	☺☺☺☺☺	Codificación de baja Latencia
G.729	8k	☺☺☺☺☺	Algoritmo ACELP
G.729A	8k	☺☺☺☺☺	Algoritmo de Complejidad Reducida Tipo G. 729
G.729AB	8k	☺☺☺☺☺	G. 729A con compresión de silencio
G.723.1	6.4k / 5.3k	☺☺☺☺	Codificación de baja tasa de Bits
G.723.1A	6.4k / 5.3k	☺☺☺☺	G. 723.1 con compresión de silencio.

Fuente: Ascom Powerline AG.

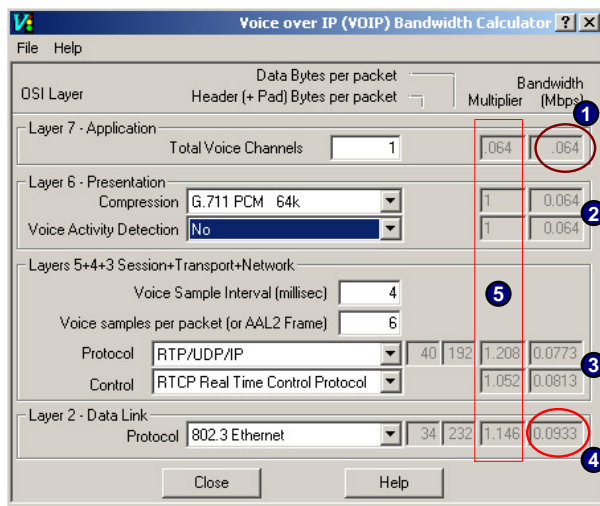
Para utilizar el ancho de banda de manera eficiente, muchos CODECs utilizan funcionalidades como Supresión o Compresión de Silencio o *Voice Activity Detection* (VAD). Consiste básicamente en omitir o comprimir la paquetización de señales de voz entre conversaciones individuales, como espacios de

silencio entre palabras o frases. Como las conversaciones de seres Humanos siempre son de carácter “*Half-Duplex*” (solo 1 habla a la vez), la utilización de VAD puede reducir hasta en un 40% la utilización de ancho de banda promedio sobre troncales. El uso de VAD no afecta la claridad ni la calidad de la voz, si es utilizado correctamente.

De manera complementaria, se utilizan Generadores de Ruido (*Comfort Noise Generator* o CNG), de manera de ofrecer al usuario una sensación de actividad en la línea, ya que si no hay recepción de paquetes de voz, el usuario creerá que ha perdido la comunicación. Este “ruido confortable” es generado en el equipo terminal, de manera que no hay un consumo de ancho de banda del enlace.

Cabe señalar que los consumos de ancho de banda requeridos por los distintos CODECs, actúan a nivel de Capa 6, por lo que al momento de calcular el *tráfico total* de una llamada, se debe incluir los *headers* o encabezados de los protocolos de capas inferiores. A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo mediante un software de aplicación común para el diseño sistemas VoIP:

Figura # 19. Software de cálculo de ancho de banda



1.- Vemos que se ha seleccionado solamente 1 Canal de Voz. (Capa 7)
Total Inicial = 64 Kbps

2.- Se ha utilizado G.711 como CODEC y no se ha requerido Supresión de Silencio (Capa 6)

3.- Se suman los encabezados de RTP, UDP e IP (Aumento de un 20,8%), además del Protocolo de Control RTCP (Aumento de un 5,2%). Recordemos que hemos llegado a la Capa 3 con un Sub-Total de 81,3 Kbps

4.- Hemos llegado al encabezado *Ethernet* en Capa 2, con un total de 93,3 Kbps

5.- En este recuadro, es posible percibir el aumento porcentual a medida que vamos bajando en el modelo OSI

De esta manera, es posible afirmar lo siguiente:

En una conversación entre 2 puntos (1 Canal) utilizando CODEC G.711, sin supresión de silencio, se requiere un total de 93.3 Kbps de ancho de banda mínimo, si se trata de una Red *Ethernet*.

Además, podemos afirmar que el tráfico aumenta de manera lineal a medida que se establecen llamadas adicionales:

1 Canal G.711 – *Ethernet* = 93.3 Kbps
 10 Canales G.711 – *Ethernet* = 933 Kbps
 100 Canales G.711 – *Ethernet* = 9.33 Mbps
 1000 Canales G.711 – *Ethernet* = 93.3 Mbps

Obviamente, si hablamos de más de 100 llamadas simultáneas, estamos hablando de mucho más de 200 usuarios, por lo que generalmente se estaría en presencia de una Red de Tamaño Considerable, que no solamente utiliza Protocolo *Ethernet*, sino que otros protocolos como *Frame Relay* o *ATM*, que a su vez modifican los Encabezados de los paquetes, dando como resultado una variación en los valores presentados anteriormente.

Realizando el mismo análisis, pero modificando las variables como el CODEC, supresión de silencio, Protocolo Capa 2, etc. obtenemos los siguiente resultados:

1 Canal G.729B – ATM = 25.0 Kbps
 10 Canales G.729B – ATM = 250 Kbps
 100 Canales G.729B – ATM = 2.50 Mbps
 1000 Canales G.729B – ATM = 25.0 Mbps

Comparando estos resultados, es posible vislumbrar que básicamente el tipo de CODEC, la supresión de silencio y el tipo de Protocolo Capa 2, tienen una real incidencia en el consumo de ancho de banda de la red, por lo que **se debe tener especial cuidado al realizar la configuración de los equipos cuando se manipulen estas variables.**

5.5.2.- Tipos de Tráfico

Básicamente, es posible clasificar el tráfico de una red de acuerdo a los recursos necesarios para que aplicaciones determinadas puedan operar correctamente. De acuerdo a este criterio, es posible identificar tres grandes grupos:

- Transferencia de Datos
- Comunicación Voz
- Difusión de Video y Video Conferencia

La transferencia de datos puede realizarse mediante diferentes protocolos, los que generalmente utilizan TCP como protocolo de transporte a nivel 4. Esto se debe a que TCP garantiza la entrega completa de la información. Cada aplicación en particular tiene patrones de tráfico especiales, e incluso, distintas versiones de la misma aplicación pueden presentar comportamientos diferentes. Este tipo de tráfico no requiere, generalmente, una entrega en tiempo real de la información, ya que se prioriza el hecho de que la información llegue completa a su destino, sobre otras ventajas.

La magnitud del tráfico de voz se encuentra determinado por el tipo de Codec que se utilice en la compresión. En este caso, **la red debe tener la capacidad de garantizar un ancho de banda entre 17 y 106 Kbps como mínimo por cada llamada que se realice.** El tráfico es bastante uniforme y sensible a la latencia de los enlaces. En este caso, se utiliza UDP como protocolo de transporte a nivel 4, ya que es necesario una entrega en tiempo real de los paquetes que contienen la voz digitalizada, de manera de no producir interrupciones en la conversación.

Si se trata de transmitir video uni o bidireccional, el ancho de banda necesario es variable en el tiempo, ya que los algoritmos de compresión hacen uso eficiente de los recursos y transmiten menos información si la imagen del origen es de tendencia estacionaria, en lugar de transmitir constantemente toda la información.

Para los dos últimos escenarios es muy importante considerar las siguientes restricciones desde un punto de vista unidireccional:

Latencia del link	≤ 150 ms
Efecto Jitter	≤ 30 ms
Pérdida de paquetes	≤ 1 %

5.5.3.- Quality of Service (QoS)

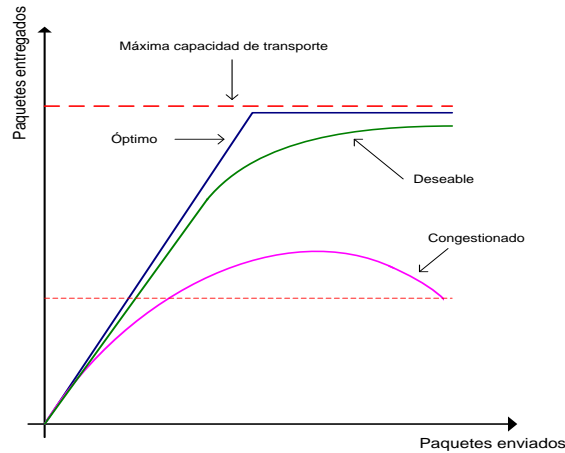
En telefonía IP es necesario utilizar equipos que permitan la priorización de paquetes, mediante técnicas llamadas QoS. La calidad de la Voz en una llamada se ve afectada directamente por 2 causas:

- Pérdida de Paquetes
- Retardo en entrega de Paquetes

La pérdida de paquetes causa un efecto de corte o “*voice clipping*” en la conversación, por lo que es necesario tratar de evitar totalmente este problema, si se pretende entregar un nivel de servicio adecuado al mercado actual.

El retardo en entrega de Paquetes causa una degradación de la calidad de la voz, y genera una latencia en la comunicación. A modo de referencia, se recomienda no tener un retardo de más de 300 ms entre los puntos donde se pretende establecer una comunicación.

Figura # 20. Esquema de congestión de una red



En el gráfico anterior es posible visualizar que ocurre cuando se envían paquetes de información a través de una red con alta congestión. En la curva del enlace congestionado, podemos ver que existe igual cantidad de paquetes entregados para diferentes cantidades de paquetes enviados, lo que nos permite concluir que estamos en presencia de pérdida de paquetes en la transmisión. Obviamente, a mayor nivel de Congestión en la Red, la probabilidad de pérdida de paquetes o retardo en la entrega se hace mayor, lo que trae consigo una mayor probabilidad de degradación de la calidad del servicio. Por ejemplo, si el nivel de utilización de una red alcanza aproximadamente el 80% de utilización real, es poco probable que paquetes adicionales puedan ser transmitidos, ya que equipos tradicionales simplemente descartan estos paquetes. La tabla siguiente muestra el retardo de entrega de paquetes en función de la velocidad del enlace y el tamaño del paquete:

Tabla # 14. Retardo de transmisión de paquetes IP en función de su tamaño y del tipo de enlace

Velocidad del enlace	Tamaño de Paquete					
	64 Bytes	128 Bytes	256 Bytes	512 Bytes	1024 Bytes	1500 Bytes
56 Kbps	9 ms	18 ms	36 ms	72 ms	144 ms	214 ms
64 Kbps	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	128 ms	187 ms
128 Kbps	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	93 ms
256 Kbps	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	46 ms
512 Kbps	1 ms	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	23 ms
768 Kbps	0,640 ms	1,28 ms	2,56 ms	5,12 ms	10,24 ms	15 ms

Fuente: Elaboración Propia

Es importante considerar la siguiente fórmula que permite calcular el tiempo de latencia o tiempo de viaje “t” de un paquete IP de tamaño “Tp”, a través de un enlace de velocidad “Ve”:

$$t(Tp, Ve) = \frac{8 \cdot Tp}{Ve} \text{ [ms]}$$

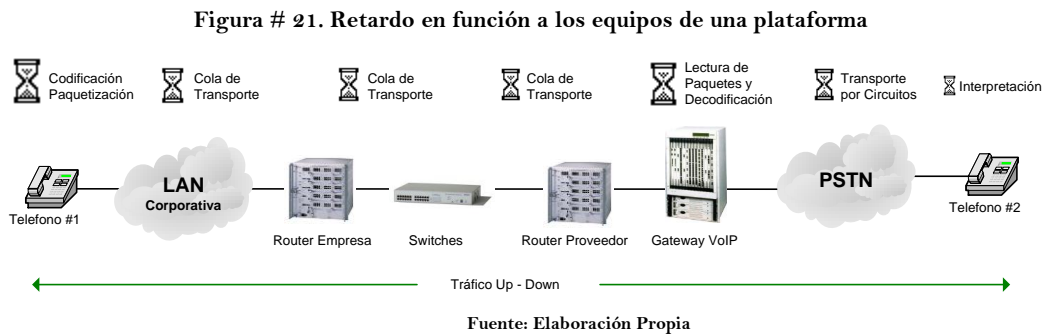
En donde:

- t : milisegundos
- Tp : Bytes
- Ve : Bits per second

A simple vista, podemos deducir que **mientras mayor sea la velocidad de los enlaces, menor es el retardo en la entrega de paquetes, y por lo tanto, menor se hace la probabilidad de latencia en la conversación.**

Es necesario considerar que los retardos no solamente se originan por el tiempo de viaje de los paquetes, sino que además, cada equipo de comunicaciones contiene intrínsecamente un tiempo de procesamiento, el cual se traduce a cada paquete de datos. Es por esto, que al igual que en un proceso de fabricación, los paquetes IP van retardando su entrega a medida que se encuentran con equipos en su camino.

La figura siguiente ilustra este concepto:



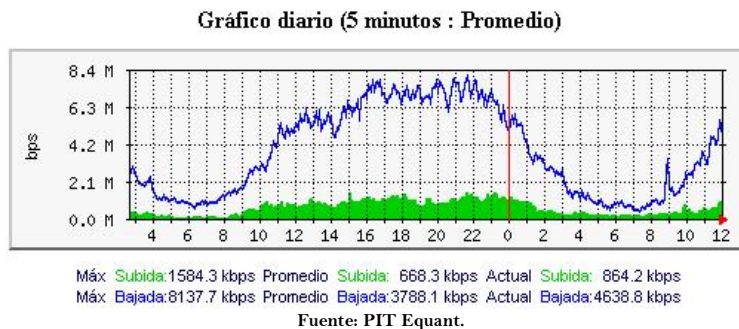
5.5.3.1.- Herramientas QoS

Las herramientas que permiten un mejor manejo de paquetes o, mejor dicho, una optimización de tráfico dentro de la red, corresponden a mecanismos que incrementan la calidad de la voz, decrementando las prioridades de paquetes de datos Standard.

En términos simples, habilitar servicios de QoS permite tener el control sobre los recursos de la red y hacer uso eficiente de ellos.

El cuadro siguiente muestra un resumen diario de tráfico (en Kbps) en un enlace entre un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) y un *Network Service Provider* (NSP). Nótese que la curva azul corresponde al tráfico de bajada desde el NSP al ISP. El tráfico se presenta como función del tiempo (Horas del día).

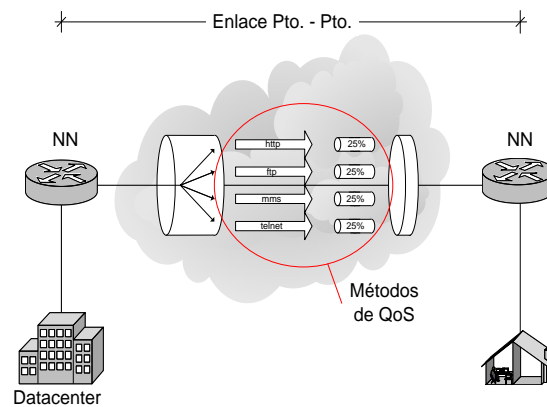
Figura # 22. Ejemplo de un registro estadístico de tráfico (Bps) v/s tiempo (hrs.)



Los valores anteriores corresponden a magnitudes de tráfico total, sin hacer diferencia del tipo de tráfico. Al implementar herramientas de *QoS* en *Switches* y *Routers* de una red, es posible contar con servicios diferenciados, en donde algunos *hosts* tendrán prioridad de ancho de banda (*Bandwidth – BW*) sobre otros, o simplemente tendrán un *BW* garantizado. Es muy importante considerar que **todos** los

equipos dentro de una ruta determinada deben tener habilitados filtros QoS, ya que de lo contrario, se perderá el control en el nodo que no soporta QoS, dejando todo el trayecto con problemas.

Figura # 23. Servicios diferenciados dentro de un enlace



Fuente: Elaboración Propia

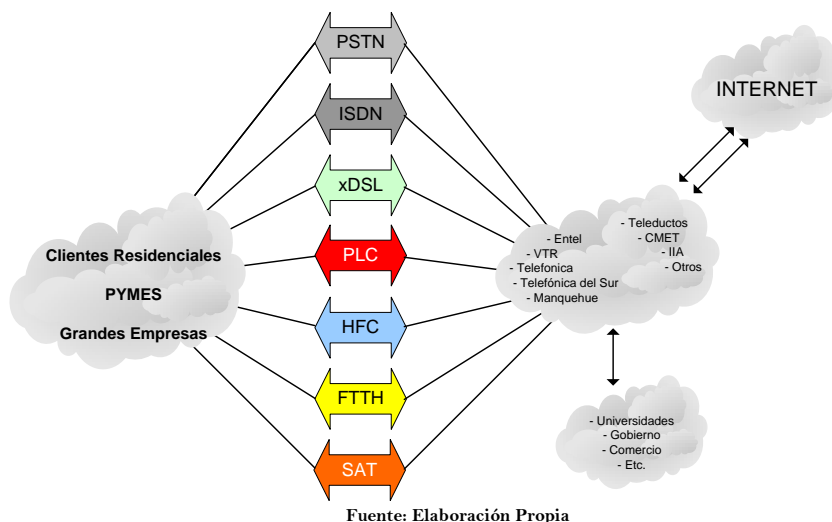
La figura anterior muestra como se ha asignado explícitamente un 25% de ancho de banda a cada uno de los protocolos y aplicaciones (*http*, *ftp*, *mms* y *telnet*) que utilizarán el enlace. En este caso, cualquier otro tipo de tráfico no podrá cruzar el enlace. Las herramientas de QoS pueden ser clasificadas dentro de cinco categorías, dentro de las cuales se nombran los métodos más utilizados:

- Utilizar conexiones 802.1q/p para los equipos y utilizar VLANs auxiliares para los canales de Voz
- Otorgar mayor nivel de precedencia a los paquetes de voz (Capa 2 y 3)
- Asegurarse de habilitar filtros QoS *en todos* los equipos del Backbone
- Realizar un buen aprovisionamiento de la red, considerando como mínimo un 25% de ancho de banda para encabezados, protocolos de rateo, Información de enlaces Capa 2, y tráfico misceláneo
- Utilizar *Low Latency Queuing* (LLQ) en todas las interfaces WAN
- Utilizar técnicas de *Link Fragmentation Interleaving* (LFI) en todos los enlaces MAN y/o WAN inferiores a 768 Kbps

5.6.- Tecnologías de Acceso

Existe una serie de tecnologías sustitutas que ofrece el mercado para brindar acceso IP. Como se trata de competidores directos, es necesario realizar un análisis acabado de cada una de estas alternativas, para determinar fortalezas y debilidades de cada una.

Figura # 24. Tecnologías de Acceso a Internet



Cada una de las Redes de Acceso disponibles en la actualidad, poseen ventajas y desventajas propias en relación al medio y a la frecuencia que utilizan para propagar la información. A continuación, se presenta un cuadro de resumen de las alternativas propuestas:

Tabla # 15. Comparativo de Tecnologías de Acceso

Tipo	Ancho de Banda Máximo	Presencia en Chile
PSTN	56 Kbps	Si
ISDN	2 Mbps	Si
xDSL	13 Mbps	Si
WLL	25 Mbps *	Si
HFC	30 Mbps *	Si
PLC	45 Mbps *	No
FTTH	1 Gbps	Si
SAT	S/I	Si

(*) = Tecnología que propone un medio compartido (Se comparte el ancho de banda)

Fuente: Elaboración Propia.

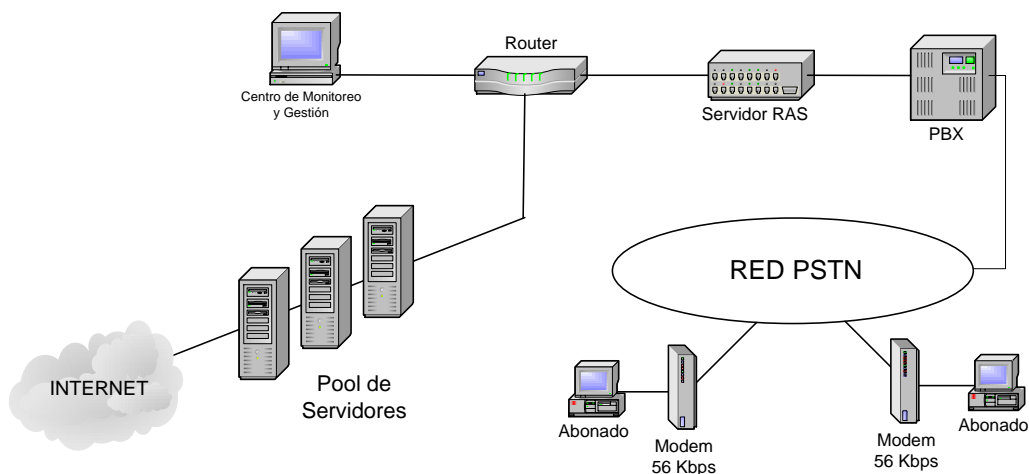
5.6.1.- REDES PSTN

El servicio de Acceso a Internet comenzó siendo ofrecido por Empresas Telefónicas y Carriers a través de las Redes de Telefonía Pública Conmutada o PSTNs (*Public Switched Telephony Networks*). Simplemente, bastaba con que el abonado contara con una línea análoga de telefonía y un Módem (14.400 - 56.000 Kbps), y de esta manera, el PC del usuario se comunicaba con los servidores de acceso remoto (*Remote Access Servers*) del ISP, los que a su vez, validaban al usuario y otorgaban el acceso a Internet.

Al hacer uso de la PSTN, entran en juego los cargos de acceso correspondientes a la empresa telefónica local, a la que el usuario normalmente debe pagar el Servicio Local Medido. Posteriormente, aparecieron planes de tarifa plana que permitían al usuario navegar a través de Internet, sin necesidad de

preocuparse por la cantidad de minutos que durara su conexión. Estábamos en presencia del inicio de los planes de acceso dedicados.

Figura # 25. Estructura Genérica de un ISP Telefónico



Fuente: Elaboración Propia.

Esta tecnología está limitada por la modulación análoga que fundamenta su operabilidad, logrando velocidades de no más de 56 Kbps. En Chile, la cantidad de abonados a este tipo de tecnología de acceso ya ha comenzado a disminuir, y se estima que tenderá a desaparecer a largo plazo, dentro del segmento residencial.

5.6.2.- REDES xDSL (*Digital Subscriber Line*)

La tecnología xDSL se utiliza comúnmente en conductores de cobre telefónicos, como una solución para aumentar el ancho de banda sobre un medio tradicionalmente distribuido a lo largo de las zonas urbanas. Dentro de la familia xDSL es posible destacar:

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) convierte el par de cobre que va desde el MDF de la central telefónica hasta el hogar del usuario, en un medio para la transmisión de alta velocidad, transformando una red creada para transmitir voz en otra útil para cualquier tipo de información, sin necesidad de tener que reemplazar los cables existentes.

SDSL (*Symmetric Digital Subscriber Line*) es la versión de HDSL para transmisión sobre un único par, que soporta simultáneamente la transmisión de tramas T1 y E1 y el servicio básico telefónico, por lo que resulta muy interesante para el mercado residencial.

HDSL (*High-bit-rate Digital Subscriber Line*) es simplemente una técnica mejorada para transmitir tramas T1 o E1 sobre líneas de pares de cobre trenzados (T1 requiere dos y E1 tres), mediante el empleo de técnicas avanzadas de modulación, sobre distancias de hasta 4 kilómetros, sin necesidad de emplear repetidores.

VDSL (*Very-high-data-rate Subscriber Line*), también llamada en sus comienzos VADSL y BDSL, permite velocidades más altas que ninguna otra técnica pero sobre distancias muy cortas, estando todavía en fase de definición. Alcanza una velocidad descendente de 52 Mbps sobre distancias de 300 metros, y de sólo 13 Mbps si se alarga hasta los 1.500 metros, siendo en ascendente (*upload*) de 1,5 y 2,3 Mbps respectivamente. En cierta medida VDSL es más simple que ADSL ya que las limitaciones impuestas a la transmisión se reducen mucho, dadas las pequeñas distancias sobre la que se ha de transportar la señal; además, admite terminaciones pasivas de red y permite conectar más de un módem a la misma línea en casa del abonado.

5.6.2.1.- REDES ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Introducción

En esencia, el ADSL no es más que una tecnología que permite, usando la infraestructura telefónica actual, proveer servicios de banda ancha. En su momento, las redes telefónicas convencionales fueron diseñadas únicamente para la transmisión de voz. El escenario se empezó a complicar cuando en escena entraron los datos. Entonces, voz y datos en forma de bits (imagen, sonido, vídeo, gráficos en movimiento...) comenzaron a compartir un canal que, aunque en principio soporta esta convivencia, con el desarrollo de las telecomunicaciones y, sobre todo, con su popularización, simplemente se ha saturado. La inmediata consecuencia de esto es la lentitud con que viajan estos datos.

Utilizando el cable telefónico normal, basado en el par de cobre, la mayor velocidad que se alcanza con el módem más rápido es de 56 Kbps. Incluso usando la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), o ISDN (en inglés), la máxima velocidad de transmisión que se logra es de 128 Kbps. Con el ADSL, esta velocidad sube hasta los 8 Mbps en dirección al usuario (recepción o *download*) y 1 Mbps en el sentido opuesto (envío o *upload*). Como se ve, el incremento en el flujo de datos es más que considerable.

Tal incremento de velocidad se logra por medio de dos equipos ubicados a ambos lados de cada línea. Estos modems se comunican entre sí abrazando las interferencias propias del cobre y evitándolas cambiando de frecuencia cuando se producen. Eso sí, para que esto se dé, el ADSL exige que la distancia entre ambos módems no puede superar los 18.000 pies (unos 5 kilómetros), ya que cuanto más largo es el cable de cobre, mayores interferencias se producen.

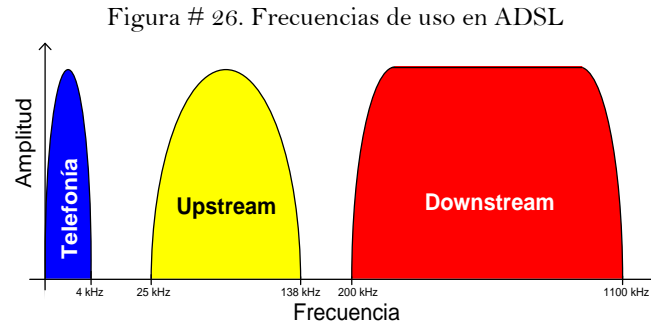
Otra de las principales características del ADSL es que no hay que efectuar una llamada para que se active, porque lo hace automáticamente, ya que siempre permanece disponible, al no estar basado en un sistema de circuitería.

Esto implica que se puede comercializar no por el tiempo que se use (línea telefónica normal), sino por los servicios contratados. Digamos que el ADSL eliminaría el argumento de la incompatibilidad entre la red telefónica actual y la tarifa plana. Sólo hay que pensar en la televisión digital: no se cobra por el tiempo de uso sino por los canales contratados que, mediante una cuota fija, se pueden consumir el tiempo que se desee.

Además, otra de las principales ventajas es que no requiere un cambio de instalación de la línea del usuario, basta con cambiar el módem. Y que permite separar el tráfico simultáneo de voz y datos, de manera que esto se puede reflejar en la factura de consumo.

Distribución de frecuencias

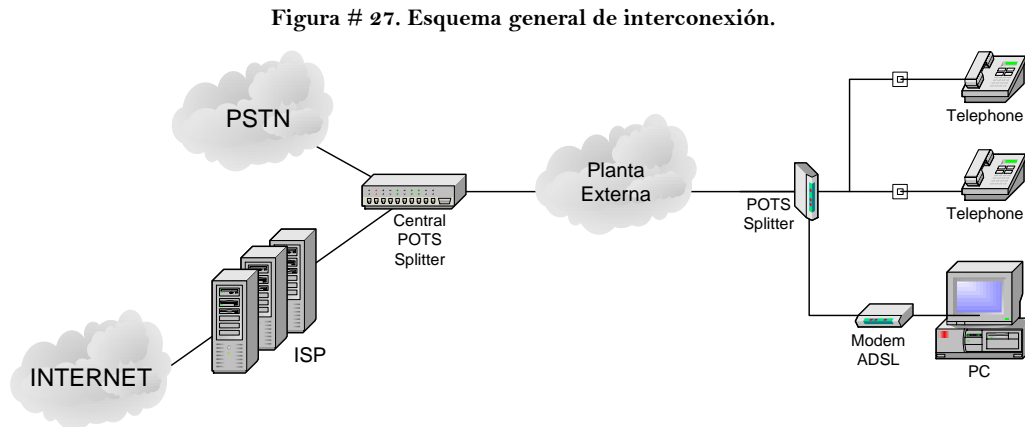
El intervalo de frecuencias usado en la tecnología ADSL comprende desde los 0 Hz hasta los 1.1 Mhz, porqué más allá del los 1.1 MHz las perdidas son demasiado drásticas. Este intervalo de frecuencias se divide en tres sub-bandas:



- Voz telefónica (0 - 4 kHz)
- Canal de subida (25 - 138 kHz)
- Canal de bajada (200kHz - 1.1 MHz)

Fuente: Elaboración Propia.

El diagrama siguiente muestra la topología de conexión de un sistema ADSL:



Fuente: Elaboración Propia.

Tomando como referencia las aplicaciones más comunes de la tecnología ADSL, como son el acceso a Internet y el acceso remoto a redes LAN, aquí se proporcionan las características deseables y un modelo de referencia para los distintos entes que participan en el intercambio de información.

Tabla # 16. Performance de ADSL en relación al tipo de Cable

Data Rate (Mbps)	Tipo de Cable (AWG)	Tamaño del Cable (mm)	Distancia (km)
1,5 a 2	24	0,5	5,5
1,5 a 2	26	0,4	4,6

6,1	24	0,5	3,7
6,1	26	0,4	2,7

Fuente: www.iec.org

Muchas de las aplicaciones sobre ADSL incorporaran vídeo digital comprimido, que al ser una aplicación en tiempo real no tolera los procedimientos de control y corrección de errores propios de la redes de datos, por lo que los propios módems incorporan técnicas de corrección de errores FEC (*Forward Error Correction*) que reducen en gran medida el efecto provocado por el ruido impulsivo en la línea, aunque introduce algún retardo.

Ventajas de ADSL

- **ALTA VELOCIDAD**

ADSL permite conexiones estándar de 128, 256, 512, 1024, 2048 Kbps.

- **SIMULTANEIDAD CON EL USO TELEFÓNICO HABITUAL**

ADSL permite utilizar de forma simultánea la línea telefónica tanto para comunicaciones de voz y fax, como para conectarse Internet.

- **ANCHO DE BANDA DEDICADO**

El ancho de banda que se ofrece en el sentido red-usuario y usuario-red no es compartido, ya que se trata de enlaces punto-a-punto (*Ethernet* encapsulado en PPP).

Conclusiones sobre ADSL

ADSL (estándar ANSI T1.413) proporciona un acceso asimétrico y de alta velocidad a través del par de cobre de la red telefónica. La ventaja de esta tecnología frente a otras, radica en que es aplicable a casi la totalidad de líneas telefónicas ya existentes. Se trata de enlaces punto-a-punto, en donde no se comparte el ancho de banda entre usuarios.

Así, ADSL utiliza el espectro de frecuencias entre 0 y 4 KHz de un canal telefónico y el rango comprendido entre 4 KHz y 2,2 MHz, siempre y cuando en ambos extremos de la línea se sitúen módems ADSL. Al operar sobre una banda de frecuencias fuera de las vocales, en caso de fallo de un módem éste no afecta al servicio telefónico normal que se mantiene inalterado.

Con ADSL se pueden conseguir velocidades descendentes de 1,5 Mbps sobre distancias de 5 ó 6 Km que llegan hasta los 9 Mbps. si la distancia se reduce a 3 Km (muy próxima a los 10 Mbps de una LAN *Ethernet*), y ascendentes (del usuario hasta la central) de 16 a 640 Kbps, sobre los mismos tramos.

El mayor riesgo de esta tecnología es el costo de la implementación y su integración con la red telefónica ya instalada.

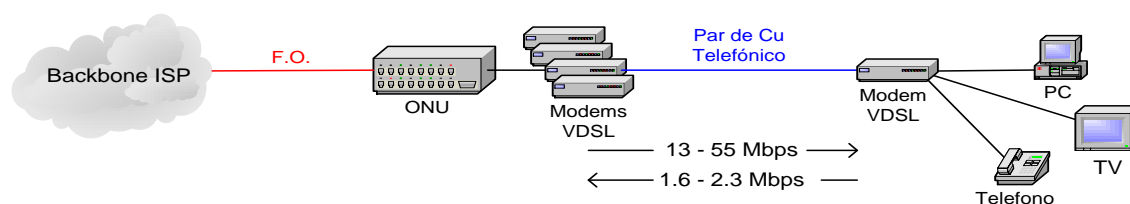
5.6.2.2.- REDES VDSL

Introducción

Una alternativa para alcanzar altas velocidades de transmisión de datos, es la combinación de cables de fibra óptica alimentando a las unidades ópticas de la red (ONU: *Optical Network Units*) en los sectores residenciales y la conexión final a través de la red telefónica de cobre. Esta topología es denominada *Fiber-to-the-Neighborhood* (FTTN).

Una de las tecnologías FTTN disponibles es VDSL, la cual transmite datos a alta velocidad sobre distancias cortas de pares trenzados de líneas de cobre con un rango de velocidad que depende de la longitud de la línea. La máxima velocidad de transmisión de la red al cliente está entre 51 y 55 Mbps sobre líneas de 300 metros de longitud. Las velocidades de *upload* son similares a las obtenidas con ADSL, desde 1,6 a 2,3 Mbps. La figura siguiente permite visualizar la topología básica de la tecnología VDSL.

Figura # 28. Tecnología VDSL como acceso de última Milla.



Fuente: IEC Online Education.

Aunque el estándar VDSL aún no ha sido concluido del todo, se estima que esta tecnología proporcionará conexiones de alta velocidad a un precio bastante competitivo. Las velocidades proyectadas alcanzarán 1/12, 1/6 y 1/3 de la velocidad de SONET (155-52 Mbps). En la Tabla 1 se pueden observar las velocidades que alcanza VDSL de acuerdo con la distancia de las líneas.

Tabla # 17. Velocidades en VDSL

LONGITUD (mts)	VELOCIDAD (Mbps)
1.500	12,96 - 13,8
1.000	25,92 - 27,6
300	51,84 - 55,2

Fuente: www.iec.org

Al igual que ADSL, VDSL puede transmitir video comprimido, una señal en tiempo real nada común en los esquemas de re-transmisión de error usados en las comunicaciones de los datos. Para lograr una tasa de error compatible con video comprimido, VDSL tendrá que incorporar la Corrección de Errores hacia delante (FEC: *Forward Error Correction*) lo suficientemente intercalado para corregir todos los errores creados debido al ruido con alguna duración específica. Los sistemas que utilizan terminaciones de red pasivas (NT: *Network Termination*) deben insertar datos al medio compartido mediante TDMA o por FDM. Los sistemas que utilizan terminaciones de red activas transfieren los datos (del cliente a la red) a una puerto lógicamente separado que usaría protocolos *Ethernet* o ATM para realizar el multiplexaje.

Separación de Canal

Las primeras versiones de VDSL podrían emplear el Multiplexaje por División de Frecuencia para separar el canal que va de la red al cliente, del canal de subida, y estos dos de los POTS (*Plain Old Telephone System*) e ISDN. La cancelación del eco puede ser requerida para versiones posteriores de VDSL, caracterizando a una rata asimétrica de datos.

Aspectos Pendientes en el Desarrollo de VDSL

Como ya se ha mencionado, la tecnología VDSL aun no está completa ya que existen ciertos aspectos que aún requieren de una definición clara. Estos aspectos se mencionan a continuación.

Modelo de Referencia

La característica del ruido en la línea no sólo variará con el tipo de línea, sino también con la base instalada de la red local. No hay ningún acuerdo hasta la fecha, aunque es necesario que se propongan varios modelos antes de que la tecnología sea masivamente comercializada. El Comité Europeo (TM6) está a favor de esperar por los resultados de los estudios de los operadores de la red y separar el modelo del ruido de los códigos de línea.

Radiación Producida por Cables Aéreos e Interferencia de Radio de Onda Corta

Utilizando TDD, un transmisor de VDSL produce una emisión de radiación no deseada que interfiere con los receptores de radio-aficionados. Se determinó que el máximo PSD de 60 dBm/Hz, permitido para la tecnología VDSL puede generar interferencia potencial en algunas bandas de alta frecuencia del espectro de radio.

En el caso de operar en la cercanía de una antena RF, la señal VDSL sobre el cable generará un campo eléctrico capaz de interferir con bandas de la radio de onda corta. Por otra parte, las bandas de frecuencia de radio de onda corta que coinciden con la frecuencia de VDSL dañarán la señal VDSL.

Operación Simétrica o Asimétrica.

Es posible que VDSL soporte tanto sistemas simétricos como asimétricos. VDSL simétrico es adecuado para distancias cortas ya que puede simplificar la interfaz con la red conjuntamente con las redes LAN. Para distancias largas VDSL asimétrico es apropiado, ya que simplifica los equipos electrónicos requeridos por los usuarios residenciales.

Conclusiones sobre VDSL

La tecnología VDSL permitirá en un futuro la transmisión de datos a altas velocidades utilizando una combinación de cables de fibra óptica y la red telefónica de cobre existente. Esta tecnología proporcionará un acceso a Internet más rápido, así como la transmisión de video interactivo y mayor velocidad para los servicios de comunicación de datos. Sin embargo, aún es necesario definir ciertos aspectos como lo son, el modelo adecuado del ruido, la interferencia con señales de radio y cables aéreos y los códigos de línea que serán utilizados. VDSL está pensada para el último tramo de hilo de cobre que llega hasta el abonado, siendo una alternativa válida para el despliegue de las redes híbridas fibra-coaxial (HFC), en donde desde la central hasta el vecindario se utiliza fibra óptica y desde la Unidad Óptica de Red (ONU) se lleva la señal hasta cada usuario utilizando el par de cobre ya tendido por el edificio. Mediante división en frecuencia se separan los canales ascendente y descendente de la banda usada para los propios telefónicos (RTB y RDSI), por lo que, al igual que sucede con ADSL, se puede superponer este servicio al actual telefónico.

5.6.3.- REDES WIRELESS

El fenómeno más importante en la industria de las telecomunicaciones de la última década, a nivel mundial, ha sido el explosivo y paralelo crecimiento de Internet y de la Telefonía Móvil. Esta etapa del estudio se focalizará en la tecnología *Wireless* de última generación.

Existen diversos tipos de tecnología *Wireless*, dependiendo de los requerimientos técnicos que se definan para la solución. Básicamente, es posible identificar las siguientes variables de diferenciación:

- Tipo de Conexión: Punto-a-Punto (P2P) o Multipunto (P2MP)
- Espectro de Frecuencia: Licenciado o No Licenciado
- Naturaleza: Transporte de Voz o Transporte de Datos

A la fecha de este estudio, existen 2 grandes tecnologías de acceso *Wireless* difundidas a nivel mundial. Se trata de la telefonía móvil de tercera generación o “3G” (IMT-2000) y del concepto *Wireless Local Area Network* o WLAN (*WiFi* o 802.11b). Ambas han sido desarrolladas a partir de bases muy diferentes y su filosofía de operación también lo es.

La tecnología 3G surge por parte de los operadores móviles, a partir de la necesidad de rentabilizar sus redes, como una forma de agregar nuevos servicios a su portafolio de oferta. Estas empresas han invertido millones de dólares y no están dispuestas a rendirse tan fácilmente. Los operadores móviles utilizan intervalos de frecuencia licenciados o concesionados, para operar sus servicios, y así evitar superposición de frecuencias. Desde el punto de vista del usuario, la mayor ventaja de utilizar tecnología *Wireless*, radica en contar con conectividad continua en cualquier lugar donde se encuentre. Por ejemplo, un usuario podría mantener una conversación telefónica mientras conduce su automóvil a través de una carretera de 100 kilómetros durante 1 hora, sin percibir interrupciones o cortes en el servicio. Para lograr esto, el operador debe contar con una red de estaciones base, interconectadas y superpuestas entre sí, responsables de comunicar a los clientes a medida que se van desplazando entre celdas adyacentes. Las torres celulares se encuentran conectadas a través de una red que brinda conectividad hacia la PSTN y otros servicios.

Los primeros servicios móviles fueron desarrollados hace bastante tiempo. En la década de los '80, el primer servicio móvil masivo fue liberado en EE.UU., sustentado en la tecnología AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*), la cual opera en la banda de los 800-900 Mhz. Esto es lo que comúnmente se denomina Telefonía Móvil de primera generación. Años más tarde, esta tecnología llegó a Chile, prometiendo un cambio radical en las comunicaciones nacionales.

En 1990, se desarrolló la segunda generación (2G) de telefonía móvil, y en este caso ya era posible hablar de comunicación digital, la cual se denomina comúnmente *Personal Communication System* (PCS), la cual utiliza tecnologías como TDMA (*Time Division Multiple Access*) o también llamada D-AMPS (*Digital AMPS*), CDMA (*Code Division Multiple Access*) y GSM (*Global System for Mobile Communications*). Esta última ha sido utilizada mayoritariamente en Europa, luego de que el *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) publicó a GSM como el estándar móvil para dicha región, mientras que las dos primeras fueron utilizadas en EE.UU. El mismo retardo experimentado por AMPS (desde sus inicios hasta las primeras implementaciones en Chile: 10 años aprox.) fue experimentado por PCS, ya que recién el año 2000 (aprox.), comenzó a masificarse esta tecnología en nuestro país.

El foco principal de estas tecnologías es la transmisión de voz. Sin embargo, durante los últimos años se ha desarrollado un especial interés sobre la transmisión de datos también. Cabe desatacar que AMPS también permitía el transporte de datos, pero a una tasa de transferencia muy reducida (< 10 Kbps). Mayores tasas son posibles mediante el uso de sistemas de segunda generación, pero incluso siguen siendo limitados, ya que al mismo tiempo, permiten una mayor cantidad de clientes conectados de manera simultánea. Como regla general, es posible hablar de 10-20 Kbps para sistemas 2G. Para expandir la capacidad de los servicios digitales ofrecidos por un operador móvil, dicha empresa debe realizar un *upgrade* en su plataforma tecnológica, y optar por alguna tecnología 3G. Esta soporta tasas de transferencia desde 384 Kbps hasta 2 Mbps, sin embargo la mayoría de los planes comerciales a nivel mundial ofrecen servicios provisionados a 100 Kbps en la práctica. Esta velocidad puede parecer muy poco atractiva, en comparación a otras tecnologías de acceso como xDSL o Cable Modem, las cuales

ofrecen anchos de banda sustancialmente mayores, pero se espera que en el futuro la próxima generación de equipos (4G) desarrolle velocidades mucho mayores.

WiFi es el nombre popular para el estándar de redes *Wireless Ethernet* 802.11x (WLAN). Las redes locales emergieron durante la década de los '80, como un medio de conexión entre terminales, computadores personales y diversos equipos. *Ethernet* se posicionó como una de las tecnologías más fuertes, debido a su gran flexibilidad frente a fallas y su facilidad de implementación. Durante los años siguientes, la IEEE ha aprobado una serie de estándares *Ethernet*, uno de los cuales es la familia 802.11x, centrada en redes *Wireless*. *WiFi* opera en la banda de los 2,4 Ghz ofreciendo un máximo de 11 Mbps a distancias variables, dependiendo de la potencia de los equipos y de las antenas utilizadas. WLAN es utilizada de manera distribuida a nivel de acceso de una red corporativa o de campus y no fue concebida como una solución de acceso de alta velocidad. Generalmente, se utiliza en segmentos de redes privadas. De esta manera, cada estación de radiofrecuencia brinda una cobertura determinada, la cual puede ser incrementada utilizando mayor cantidad de unidades base.

A diferencia de tecnologías 3G, WLAN se concentra en soportar la comunicación de datos sobre microondas. Debido al increíble desarrollo de servicios IP en tiempo real, como *VoIP* o *VoD*, WLAN también soporta este tipo de comunicaciones.

En términos simples, 3G ofrece una solución completa de comunicación digital para ser implementada en la red de un operador móvil, mientras que *WiFi* propone (al menos potencialmente) una topología des-centralizada y sectorizada de aprovisionamiento de ancho de banda.

Desde el punto de vista del usuario, ambas son tecnologías de acceso. Las ventajas genéricas de la tecnología *Wireless*, en comparación a otras tecnologías de acceso, se presentan a continuación:

- En la mayoría de las implementaciones, es posible provisionar una infraestructura escalable y de gran alcance, ideal para zonas de baja penetración, como también para zonas densamente pobladas.
- Con *WiFi* es posible colonizar rápidamente grandes zonas urbanas, respondiendo a las necesidades de mercado o cambios en la demanda.
- Es una instalación simple que brinda flexibilidad al proveedor. El costo de cambio asociado al traslado de zonas colonizadas es significativamente menor, en comparación a otras tecnologías.
- *WiFi* ofrece una conexión de tipo “*always-on*”, similar a *Cable modem*, PLC o ADSL.

A continuación, se presentan las desventajas relevantes de la tecnología *Wireless*:

- A la fecha de este estudio, la tecnología *Wireless* todavía ofrece bajo ancho de banda, en comparación a tecnologías sustitutas.
- 3G presenta altas barreras de entrada, debido al licenciamiento de las bandas de frecuencia.
- WiFi presenta problemas técnicos de cobertura e interferencia (debido a que utiliza una banda abierta).
- 3G es una tecnología que debe implementarse a nivel parcial o completo de un operador de telefonía móvil. No presenta tanta flexibilidad como WiFi.

Es muy probable que a futuro, cuando se hable de acceso *Wireless*, se esté hablando realmente de un *mix* de tecnologías *Wireless* dispuestas en serie y/o en paralelo que en su complemento logran brindar acceso al usuario final. Incluso es muy probable que los operadores 3G decidan optar por integrar a *WiFi* para cubrir zonas determinadas, en las cuales no es aplicable la tecnología inicial.

Sin duda alguna, la tecnología Wireless seguirá desarrollando mayor ancho de banda y cobertura, al igual que todas las tecnologías de acceso. Será decisión de los operadores, el hecho utilizar esta tecnología a nivel masivo, ya que sin duda se trata de una solución efectiva y comercialmente factible.

5.6.4.- REDES HFC (Redes Híbridas Fibra Óptica - Cable Coaxial)

5.6.4.1.- Introducción

El cable es, en sentido literal, lo que indica su nombre. Un cable que transmite la información entre los proveedores y los consumidores. La clave radica en la capacidad que puede soportar un sistema. En redes HFC, el cableado principal se instala con fibra óptica y el abonado recibe normalmente un cable coaxial. Con este sistema se consigue que la capacidad de transmitir datos aumente hasta los *Terabit*, brindando una robusta plataforma de comunicaciones.

El único gran inconveniente que tiene, es que se debe cablear toda la extensión a la que se quiera dar servicio. Además se debe cablear hasta las casas de los abonados lo que representa un costo inicial extremadamente elevado.

El cableado se realiza hoy por hoy en una estructura de árbol intentando siempre mantener caminos alternativos para reducir los efectos de las caídas de alguna de las ramas.

5.6.4.2.- Descripción de las Redes HFC

La tendencia actual nos lleva a considerar las redes híbridas fibra óptica-coaxial (HFC) como las redes que en un futuro cada vez más próximo harán llegar hasta los hogares de la mayoría de poblaciones de grande y mediano tamaño un amplísimo abanico de servicios y aplicaciones de telecomunicaciones entre los que pueden citarse: vídeo bajo demanda (VOD), pago por visión o *pay-per-view* (PPV), videojuegos interactivos, videoconferencia, telecompra, telebanca, acceso a bases de datos, etc.; y los que parece que se van a convertir en los productos estrella de las redes de cable: el acceso a Internet a alta velocidad, en primer lugar, y, más adelante la telefonía.

La red HFC es una red de telecomunicaciones por cable que combina la fibra óptica y el cable coaxial como soportes de la transmisión de las señales. Se compone básicamente de cuatro partes claramente diferenciadas: la cabecera, la red troncal, la red de distribución, y la red de a cometida de los abonados.

La cabecera es el centro desde el que se gobierna todo el sistema. Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red. Por ejemplo, para el servicio básico de distribución de señales unidireccionales de televisión (analógicas y digitales) dispone de una serie de equipos de recepción de televisión terrestre, vía satélite y de microondas, así como de enlaces con otras cabeceras o estudios de producción. Las señales analógicas se acondicionan para su transmisión por el medio cable y se multiplexan en frecuencia en la banda comprendida entre los 86 y los 606 MHz. Las señales digitales de vídeo, audio y datos que forman los canales de televisión digital se multiplexarán para formar el flujo de transporte MPEG (*Motion Picture Experts Group*).

Una vez añadida la codificación para corrección de errores y realizada una intercalación de los bits para evitarlas ráfagas de errores, se utiliza un modulador QAM (modulación de amplitud en cuadratura) para transmitir la información hasta el equipo terminal de abonado (*set-top-box*). Los canales digitales de televisión y otros servicios digitales se ubican en la banda comprendida entre 606 y 862 MHz.

La cabecera es también la encargada de monitorear la red y supervisar su correcto funcionamiento. El monitoreo *on-line* se está convirtiendo rápidamente en un requerimiento básico de las redes de cable, debido a la actual complejidad de las nuevas arquitecturas y a la sofisticación de los nuevos servicios que transportan, que exigen de la red una fiabilidad muy alta. En la cabecera se realizan además todo tipo de funciones de tarificación y de control de los servicios prestados a los abonados.

La red troncal suele presentar una estructura en forma de anillos redundantes de fibra óptica que une a un conjunto de nodos primarios. Esta estructura emplea habitualmente tecnología PDH ó SDH (Jerarquía Digital Plesiócrona y Síncrona, respectivamente), que permite construir redes basadas en ATM (Modo de Transferencia Asíncrono). Los nodos primarios alimentan a otros nodos (secundarios) mediante enlaces punto-a-punto o bien mediante anillos. En éstos nodos secundarios las señales ópticas se convierten a señales eléctricas y se distribuyen a los hogares de los abonados a través de una estructura tipo bus de coaxial: la red de distribución. Cada nodo sirve a unos pocos cientos de hogares (500 es un tamaño habitual en las redes HFC), lo cual permite emplear cascadas de 2 ó 3 amplificadores de banda

ancha como máximo. Con esto se consiguen unos buenos niveles de ruido y distorsión en el canal descendente (de la cabecera al abonado). La red de acometida salva el último tramo del recorrido de las señales descendentes, desde la última derivación hasta la base de conexión de abonado.

5.6.4.3.- Canal de retorno

Las redes de telecomunicaciones por cable híbridas fibra óptica-coaxial han de estar preparadas para poder ofrecer un amplio abanico de aplicaciones y servicios a sus abonados. La mayoría de estos servicios requieren de la red la capacidad de establecer comunicaciones bidireccionales entre la cabecera y los equipos terminales de abonado, y por tanto exigen la existencia de un canal de comunicaciones para la vía ascendente o de retorno, del abonado al NOC.

El canal de retorno (llamado comúnmente "Reversa") ocupa en las redes HFC el espectro comprendido entre 5 y 42 MHz. Este ancho de banda lo comparten todos los hogares servidos por un nodo óptico. Los retornos de distintos nodos llegan a la cabecera por distintas vías o multiplexados a distintas frecuencias y/o longitudes de onda. Una señal generada por el equipo terminal de un abonado recorre la red de distribución en sentido ascendente, pasando por amplificadores bi-direccionales hasta llegar al nodo óptico. Allí convergen las señales de retorno de todos los abonados, que se convierten en señales ópticas en el láser de retorno, el cual las transmite hacia el NOC.

5.6.4.4.- El cable modem

Como hemos mencionado anteriormente, el acceso a Internet a velocidades cada vez mayores va camino de convertirse en uno de los grandes negocios de las nuevas redes de acceso de banda ancha. Las redes HFC, mediante el uso de módems especialmente diseñados para las comunicaciones digitales en redes de cable, tienen capacidad para ofrecer servicios de acceso a redes de datos como Internet a velocidades cientos de veces superiores a las que el usuario medio está acostumbrado (hasta 33.6 Kbps desde casa, a través de la red telefónica). Los módems de cable están convirtiendo las redes de CATV en verdaderos proveedores de servicios de telecomunicación de vídeo, voz, y datos.

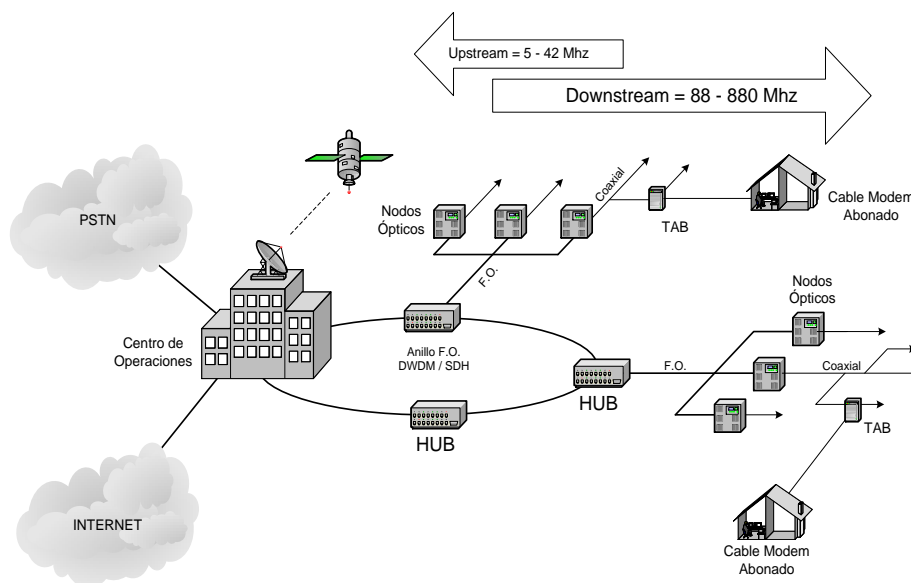
Un módem de cable típico tiene las siguientes características:

- 1) Es un módem asimétrico. Recibe datos a velocidades de hasta 30 Mbps. y transmite hasta 10 Mbps. (valores más normales son 10 y alrededor de 1 Mbps., descendente y ascendente, respectivamente).
- 2) Se conecta a la red HFC mediante un conector de cable coaxial tipo F, y al PC del abonado a través de una tarjeta *Ethernet 10BaseT* que éste debe incorporar.
- 3) La recepción de datos se realiza por un canal de entre 6 y 8 MHz. del espectro descendente (entre 80 y 880 MHz.) con modulación digital 64-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*). El módem de cable demodula la señal recibida y encapsula el flujo de bits en paquetes *Ethernet*. El PC del abonado ve la red HFC como una enorme red local *Ethernet*.
- 4) En sentido ascendente, el módem de cable descompone los paquetes *Ethernet* que recibe del PC y los convierte en celdas ATM o en tramas con otro formato propietario. Utiliza un canal de unos 2 MHz. del espectro de retorno (entre 5 y 42 MHz.) con modulación digital QPSK (*Quaternary Phase Shift Keying*).
- 5) Suele disponer de un sistema FAMM (*Frequency Agile MultiMode*), que le permite conmutar de un canal ruidoso a otro en mejores condiciones de manera automática, de acuerdo con las órdenes del equipo de cabecera.

La cabecera ha de disponer de *Routers* y *Switch Layer 3*, que adapten el tráfico de datos de la red HFC al protocolo IP. Además, debe existir un sistema de gestión de red y de abonados, pudiendo también existir un servidor que realice funciones de *catching*. La transmisión de datos en redes HFC se realiza a través de un medio de acceso compartido, en el que un grupo más o menos grande de usuarios comparte

un ancho de banda generalmente grande, un canal de 6 MHz., por ejemplo, con una capacidad de entre 10 y 30 Mbps. Como todo el mundo sabe, en una red local *Ethernet* de 10 Mbps, la capacidad de transmisión y recepción de datos que ve cada usuario individual de un total de 100, por ejemplo, es bastante superior a una centésima parte de los 10 Mbps. Esto es debido a la naturaleza racheada (a ráfagas) del tráfico de datos que atraviesa el medio compartido. Este tipo de tráfico es característico de la mayoría de las aplicaciones corrientes del servicio Internet. En figura siguiente podemos observar un esquema general cabecera-cliente y los diferentes equipos intermedios:

Figura # 29. Estructura de un Backbone HFC



Fuente: Internetworking Technologies. Cisco Systems.

En una navegación típica de 60 segundos por las páginas de un servidor WWW, de un PC conectado directamente a él un promedio de poco más de 1 MByte de información va del servidor al PC del usuario, y éste le devuelve unos 70 KBytes que representan clics de ratón y reconocimientos de llegada de paquetes. La relación entre el tráfico descendente y ascendente muestra una asimetría de un factor de 15 ó más. Por este motivo, la mayoría de los módems de cable se diseñan con capacidades de recepción de datos mayores que las de transmisión a través del canal de retorno. No obstante, algunos fabricantes siguen la filosofía de construir módems simétricos en cuanto a sus capacidades de recepción y transmisión, ya que consideran que la demanda de ancho de banda por parte de los usuarios evolucionará en el sentido de capacidades ascendentes cada vez mayores. Día a día se va confirmando esta hipótesis, debido al uso de programas *peer-to-peer* como *Kazaa*, *iMesh*, *Morpheus*, etc. los cuales transforman el computador personal de los usuarios en nodos de transferencia de archivos (mp3, mpeg, avi, zip, etc.).

5.6.4.5.- Estructura de la red de Comunicaciones por Cable

La red de Comunicaciones por Cable es una red digital que surge por evolución de la red de distribución de TV. Por este motivo inicialmente se contempla como una red híbrida, analógica y digital, con la finalidad de mantener el antiguo servicio analógico de distribución de vídeo situado en las bandas I, III, IV y V, definidas en el reparto del espectro electromagnético asignado a TV.

En la nueva red digital y paralelamente al mecanismo de distribución de vídeo, aparecen los primeros servicios visuales digitales interactivos, convirtiendo la red de distribución en bi-direccional con la inclusión de un canal de retorno en el bucle de abonado. Este esquema con un canal de bajada, red-usuario, y canal de subida, usuario-red, fuertemente asimétrico en ancho de banda, permite el desarrollo del vídeo interactivo o vídeo bajo demanda (VoD). El VoD se basa en la interactividad que ofrece la red

entre el usuario y los proveedores de servicios, de modo que el cliente elige una programación a la carta de un conjunto de posibilidades.

En una segunda fase las facilidades tecnológicas de la red permitirán el desarrollo e introducción de gran variedad de servicios multimedia, incluidos también los que actualmente ofrecen las PTT's como son el servicio telefónico. Al mismo tiempo se contempla la interconexión de las redes de Comunicaciones por Cable con las redes clásicas, redes de área extensa y metropolitana e Internet.

La arquitectura de las redes de cable debe ser independiente de los servicios, soporte flujos interactivos multimedia de elevados anchos de banda, el bucle de abonado permita todo tipo de servicios, sea interconectable con otras redes y servicios y se base en los actuales elementos de la red de TV por cable.

Con estas premisas la red de Comunicaciones por Cable se divide estructuralmente en los siguientes elementos: sistema de transporte, sistema de distribución, bucle de abonado, proveedores de servicios e interfaz de usuario.

5.6.4.6.- Conclusiones

Esta tecnología ofrecerá al usuario elevadas tasas de transferencia en el bucle de abonado permitiendo finalmente que el usuario disponga de grandes anchos de banda que redundarán en una integración de servicios multimedia interactivos de alta calidad. Las interfaces usuario-red, verdaderos terminales hipermedia, integrarán de una forma transparente los distintos servicios y aplicaciones ofrecidos por las distintas redes y proveedores de servicios entre ellos los ofrecidos por la red Internet. La plataforma de una red HFC está diseñada bajo los estándares DOCSIS, los cuales enmarcan la totalidad de variables del sistema. Se trata de una tecnología sumamente robusta, que brinda mucha flexibilidad y un rápido aumento de capacidad. Es muy probable que a mediano plazo, los operadores de cable incrementarán el tamaño de su red óptica, para así ir segmentando cada vez más las zonas de cobertura, y ofreciendo mayor ancho de banda al usuario.

5.6.5.- RED Satelital

5.6.5.1.- Funcionamiento

Los sistemas de telecomunicaciones móviles por satélite, destinados a prestar servicios como datos, fax y radiomensajería, se estructurarán en base a tres tipos de elementos: red de satélites, estaciones terrestres móviles y estaciones terrestres de terminación de red.

La red de satélites está conformada por las estaciones de telemetría y control orbital y por una "constelación" de satélites, no geoestacionarios, que giran en torno a la Tierra en uno o varios planos, dando origen a celdas terrestres móviles, brindando una constante cobertura múltiple que reduce las interferencias de señal y elimina el fenómeno del eco en las llamadas.

Los sistemas de comunicaciones vía satélite se pueden clasificar según la órbita.

A) Satélites Geoestacionarios (GEO)

En una órbita circular ecuatorial de altitud 35.786 Km. Con unos pocos satélites (bastarían 3) sería suficiente para dar cobertura global a la Tierra.

B) Satélites de Orbita Media (MEO)

Altitud de 9.000 a 14.500 Km. De 10 a 15 satélites son necesarios para abarcar toda la Tierra. También se les suele llamar ICO (*Intermediate Circular Orbit*).

C) Satélites de Orbita Baja (LEO)

Altitud de 725 a 1.450 Km. Son necesarios más de unos 40 satélites para la cobertura total.

Los satélites proyectan ases sobre la superficie terrestre que pueden llegar a tener diámetros desde 600 hasta 58.000 Km. Como se observa en la figura más adelante, los ases satelitales son divididos en celdas, cuyas frecuencias pueden ser reutilizadas en diferentes celdas no adyacentes, según un patrón conforme llamado *Seamless handover*.

En Chile, las normas para las bandas de frecuencias, según el sentido de la transmisión, para el servicio público de telefonía móvil por satélite, están estipuladas en la ley N° 18.168, Ley General de Telecomunicaciones, artículo tercero y señala lo siguiente:

Las bandas de frecuencias destinadas al servicio podrán utilizarse de acuerdo a las opciones que a continuación se indica:

Tabla # 18. Bandas Satelitales

Bandas de Frecuencias	Sentido de Transmisión
1.610 - 1.626,5 MHz	Espacio - Tierra
1.610 - 1.626,5 MHz	Tierra - Espacio
1.990 - 2025 MHz	Espacio - Tierra
2483,5 - 2500 MHz	Tierra - Espacio

Fuente: IEC Online Education.

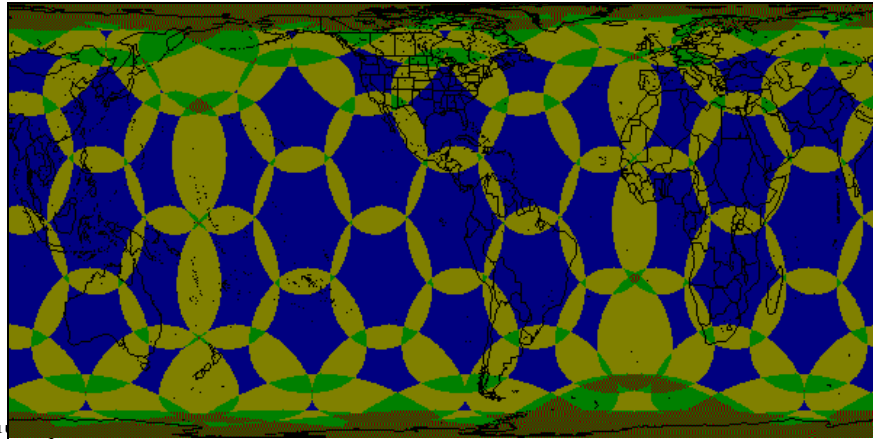
Las normas técnicas para el servicio público de transmisión de datos móvil por satélite, fijadas el 16 de diciembre de 1998, estipula el artículo quinto:

"Las bandas de frecuencias destinadas al servicio serán las siguientes: Espacio - Tierra: 137 - 138 MHz; Tierra - Espacio: 148 - 149,9 MHz. La utilización de la banda 148 - 149,9 MHz por el servicio móvil por satélite, de acuerdo al Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico, tiene carácter secundario y compartirá la banda con asignaciones del servicio fijo y móvil, por lo que no deberá causar

interferencia perjudicial a los servicios mencionados. Además, no deberá interferir las frecuencias 149,025 MHz; 149,325 MHz y 149,475 MHz, ..."

Las celdas, generadas por la huella que deja cada uno de los acs, están en movimiento mientras que el usuario se puede considerar como inmóvil. Básicamente, lo que se obtiene es una cobertura global, como lo muestra la figura.

Figura # 30. Cobertura satelital sobre el globo terráqueo

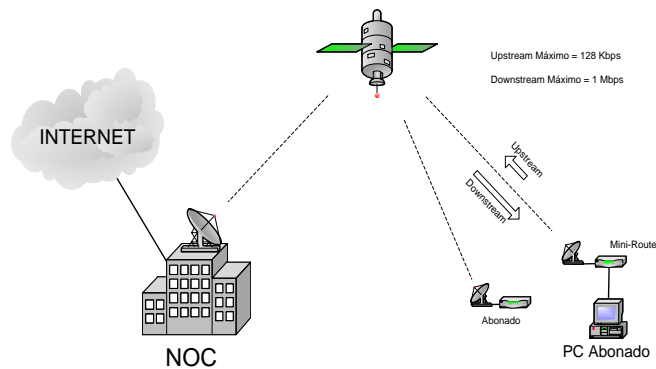


La c
alrededor del
el fin de inte
servicio públi
y control orb

l, ubicadas
telites, con
s redes de
telemetría
estaciones

terrenas móviles corresponden a los terminales de abonado, que pueden ser del tipo portátil, y se comunican a través de la red de satélites. En el establecimiento de las llamadas se utiliza un aparato similar a un teléfono celular, que tiene un sólo número asignado a nivel mundial. La siguiente figura muestra el modelo de operación del servicio satelital.

Figura # 31. Estructura de un enlace satelital



Fuente: IEC Online Education.

5.6.5.2.- Ventajas del sistema

- La tecnología CDMA es segura y clara, con alta calidad de voz similar a la celular, sin estática ni diafonía. Diseñados con alrededor de 4,4 billones de códigos, el sistema CDMA elimina virtualmente la clonación y otro tipo de fraude.
- Actualmente las órbitas LEO no están congestionadas, permitiendo un tráfico fluido de los satélites.

- El uso de satélites de órbita terrestre baja (LEO) permite un retardo de voz casi imperceptible, comparado con el perceptible retardo y efecto de eco de las llamadas por satélites geosincrónicos que orbitan a elevaciones mucho más altas.
- Al haber más satélites, habrán más canales de comunicación disponibles y reutilizables y, por tanto, mayor número de usuarios.
- El diseño inteligente del sistema se basa en la superposición de la cobertura satelital, de modo que se pueda disponer de varios satélites desde una posición dada para originar y recibir llamadas. Esta diversidad de trayectoria da como resultado una mayor probabilidad de establecer las llamadas de clientes y menos probabilidad de perder llamadas que otros sistemas.
- Como la interconexión entre satélites no se limita a ser meros repetidores de señales, es posible encaminar el tráfico de larga distancia en el espacio, consiguiendo mayor autonomía, reduciendo el retardo de propagación y el costo de los enlaces terrestres.
- La cobertura no será pobre para altas latitudes y el ángulo de elevación con que se va a ver el satélite desde estos puntos será alto, lo cual conllevará a una mejor calidad de comunicación. Esto es importante sobre todo en entornos urbanos.
- Las pérdidas de propagación van a ser menores: se podrá utilizar antenas de menor diámetro y ganancia.

5.6.5.3.- Inconvenientes del sistema

- El diseño del sistema de telefonía satelital móvil, desarrollado en órbitas LEO, es más complejo porque requiere un número mayor de satélites para obtener una cobertura global.
- En las órbitas LEO se encuentran los anillos de *Van Allen*, los que consisten de dos toroides cuyo eje es el eje geomagnético y están poblados de partículas que dañan el satélites, por lo tanto, la constelación de estos últimos deberán estar emplazados con mayor o menor proximidad a los anillos de *Van Allen*.
- Las celdas de cobertura de un satélite van a desplazarse a grandes velocidades sobre la superficie de la Tierra, ocasionando cesiones de conexiones entre satélites que deberán ser llevadas a cabo de manera eficiente con objeto de que el sistema resultante tenga buenas prestaciones.
- La velocidad de desplazamiento, del punto anterior, se eleva por efecto *Doppler*, fenómeno que va a presentar otro problema, debido a que tan altas velocidades de desplazamiento relativo provocará altas derivas en las frecuencias de trabajo.
- Necesidad de antenas, transmisores, receptores y dispositivos de conmutación para la función de enlace entre satélites (esto implica un costo adicional)

TECNOLOGÍA P.L.C.



6.- TECNOLOGÍA POWERLINE COMMUNICATIONS

6.1.- Consideraciones Generales

La tecnología Powerline Communications (P.L.C.) ofrece una nueva alternativa de transporte de información a través de conductores de energía eléctrica. Por el momento, es una solución de conectividad para la llamada “Última Milla”, en donde se utilizan los conductores eléctricos de baja tensión de la empresa eléctrica y/o las instalaciones eléctricas de un edificio o un hogar convencional. Ya se han desarrollado prototipos de Equipos PLC de gran alcance, que al ser instalados en redes de media o alta tensión, podrían suplantar incluso los enlaces de fibra óptica, pero lamentablemente no se han liberado al comercio mundial.

De esta manera, la tecnología P.L.C. ofrece una nueva oportunidad de negocio para las empresas eléctricas, pudiendo entrar a competir al mercado de las telecomunicaciones con relevantes ventajas comparativas.

La tecnología PLC no es ninguna novedad, ya que por bastante tiempo ha sido utilizada por las empresas eléctricas para establecer comunicaciones entre sub-estaciones de poder, por ejemplo (sistema *Cenelec*). Estos equipos utilizaban intervalos de frecuencia de 9 – 148.5 Khz para el transporte de señales de datos, mediante codificadores y filtros ubicados en cada extremo de la línea conductora. Obviamente, el nivel de desarrollo en estas instancias era bastante primitivo, en comparación a las nuevas alternativas presentadas a partir del año 1998.

En la actualidad, los equipos PLC utilizan frecuencias mayores para el transporte de datos (1 – 38 Mhz), con el respaldo de tecnología de punta en electrónica, lo que permite alcanzar velocidades de hasta 200 Mbps nominales en los últimos prototipos desarrollados. A la fecha de este estudio, los equipos que se encuentran a disposición para ser implementados a nivel comercial, ofrecen una velocidad máxima de 45 Mbps, en condiciones óptimas, valor que supera ampliamente a otras tecnologías como ADSL o Cable MODEM.

Otra ventaja de la tecnología PLC, es que convierte cada enchufe de un establecimiento en un punto de red y alimentación de energía al mismo tiempo, otorgando flexibilidad y una movilidad insuperable.

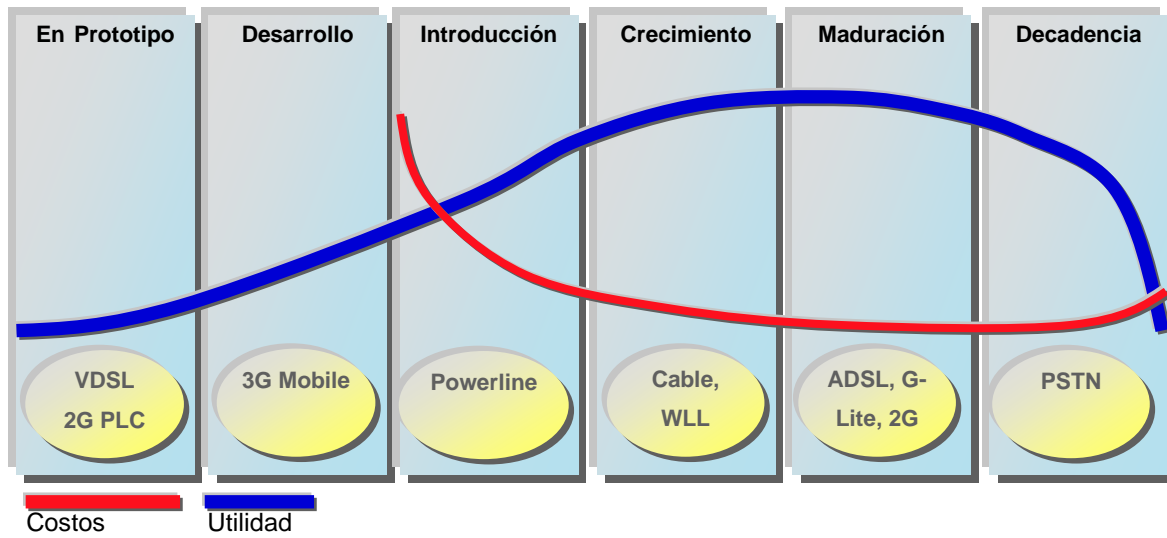
Con estas cualidades, la tecnología PLC permite no sólo el uso de Internet Banda Ancha, sino que también es posible ofrecer una infinidad de servicios relacionados con el transporte de información en forma de paquetes IP, como Telefonía IP, Televisión IP, domótica, Video Conferencias, etc.

El soporte de protocolos estándares de transferencia de datos como *Ethernet*, TCP/IP, etc. es fundamental para que estos equipos presenten compatibilidad con cualquier tipo de plataforma, lo es de gran versatilidad para el usuario final.

El desarrollo de equipos PLC ha sido bastante acelerado, y se ha logrado conseguir excelentes resultados a nivel de *performance* de equipos. En Europa, el servicio de acceso mediante PLC es una realidad comercial, y ha superado las expectativas de sus fabricantes.

Si consideramos las diferentes tecnologías de acceso, y las ordenamos de acuerdo a su edad en el mercado, podemos realizar la siguiente comparación:

Figura # 32. Ciclo de Vida de las tecnologías de acceso



De acuerdo a lo planteado anteriormente, la tecnología PLC como medio de acceso se encuentra en su etapa introductoria, en la cual se están dando los primeros pasos hacia un futuro de grandes márgenes de utilidad y empresas eléctricas que diversifican su cartera de negocios.

6.2.- Ventajas del uso de Powerline Communications

El uso de PLC como tecnología de acceso para la última milla (o primera milla, según algunos fabricantes que afirman su importancia, desde el punto de vista del cliente), hace posible transformar la red eléctrica en una infraestructura de alto nivel para el transporte de información, que será capaz de soportar la alta demanda que usuarios y operadoras requerirán en la próxima generación de Servicios Multimedia basados en IP. Debido a la rápida evolución de PLC, ya se ha estado introduciendo el concepto de P.L.T. (Powerline Telecommunications), como una nueva tendencia a mediano plazo, que ya incluye PLC en Media Tensión. El uso de PLC permite aplicaciones como:

- Acceso IP de alta velocidad
- Acceso a Internet de alta velocidad
- Telefonía IP
- Audio on Demand
- Video on Demand (VoD)
- Video Conferencias
- Redes LAN en el Hogar
- Lectura Remota de Medidores (Automatic Meter Reading o AMR)
- Domótica (Home Automation)
- Control Remoto de Procesos Industriales
- Monitoreo Remoto (TeleSeguridad)

Un sistema PLC implementado a nivel comercial, tiene las siguientes ventajas operacionales:

- Bajísimos costos de operación
- Bajísimos costos de mantenimiento
- Rapidez de instalación y fácil operación sin perturbar las redes eléctricas
- Sin necesidad de realizar instalaciones adicionales en la ubicación del Cliente (excepto si se utiliza AMR)
- El usuario puede utilizar un PC de cualquier tipo (IBM compatible, MAC, etc.)
- Sin necesidad de instalar software adicional para la operación
- La señal se propaga en todas las fases eléctricas y por lo tanto debería cubrir la totalidad de acometidas de los circuitos de baja tensión colonizados con PLC.
- El uso de repetidores es posible para ampliar la cobertura
- No hay necesidad de realizar instalaciones In-Home (La red eléctrica ya existe)

6.3.- Factores Clave para el éxito de un Sistema PLC

El concepto de Powerline Communications es observado por muchos como un simple juego de marketing para desarrollar un mercado absurdo, en el cual las empresas eléctricas son invitadas a invertir en una plataforma limitada del punto de vista técnico. En cierto modo, estas personas tienen razón. Los equipos se encuentran en etapa de desarrollo, y por ahora se tiene nociones de la primera generación de equipos PLC.

Claro que, no debemos olvidar esos antiguos teléfonos celulares que eran tan voluminosos como un maletín y que en términos de cobertura dejaban mucho que desear, evolucionaron en los modernos equipos que conocemos hoy en día; En aquellos tiempos estábamos en presencia de la primera generación de equipos en telefonía móvil. Con PLC ocurrirá algo similar.

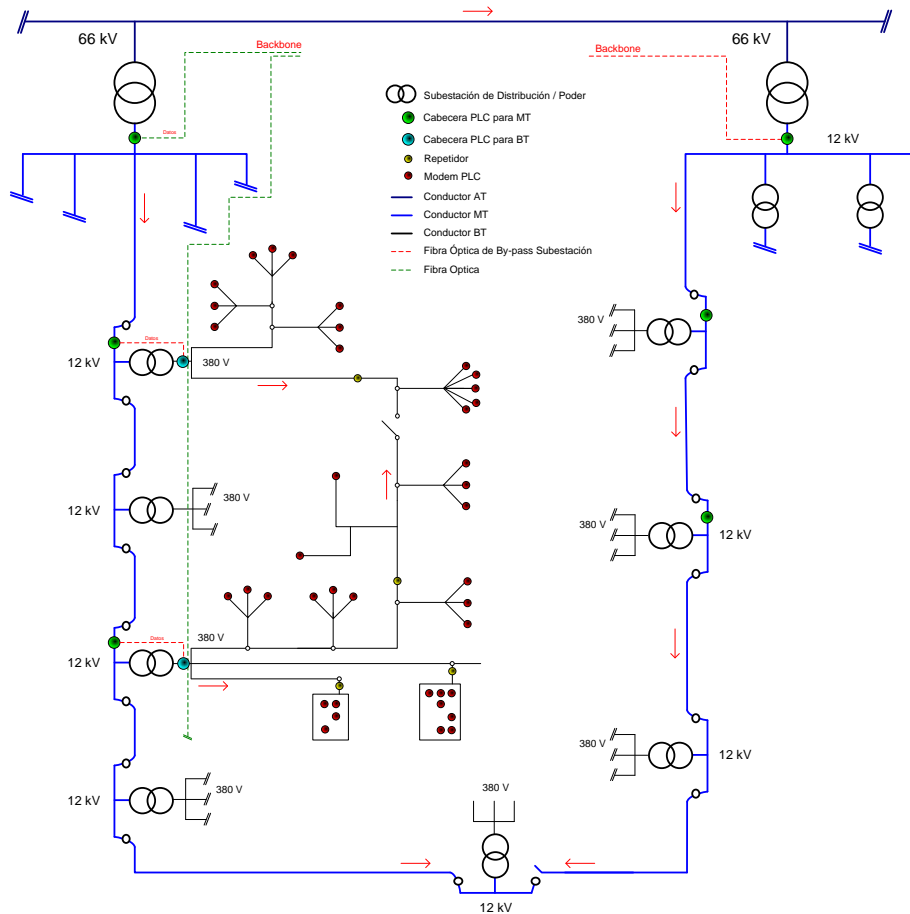
Por ahora, hay que enfocar el problema en la definición de los factores clave, que harán de PLC una alternativa real para implementar en Chile. Dichos factores son los que se listan a continuación:

- El sistema debe ser capaz de operar en un ambiente hostil NO concebido para este fin.
- Debe ser muy robusto frente a la interferencia electromagnética.
- Debe ofrecer un ancho de banda considerable, de por lo menos 10 Mbps por circuito BT.
- El sistema debe ser flexible frente a cambios en la topología eléctrica: Debe autoenrutarse dinámicamente al momento de cerrar o abrir límites de zona eléctricos.
- Debe ser agnóstico al voltaje y al calibre del conductor eléctrico
- Debe ser capaz de ofrecer una cobertura mínima de 400 mts. de conductor.
- Debe soportar métodos de redundancia y superposición de cabeceras.
- Debe operar en Baja y en Media Tensión, tanto en conductores aéreos como en subterráneos.
- La instalación del modem PLC debe ser lo suficientemente simple para que la realice el usuario mismo. Debe ser realmente *Plug-and-play*.
- Debe operar bajo los estándares dictaminados por las entidades reguladoras nacionales e internacionales.
- Debe cumplir con requerimientos de seguridad establecidos: Estándares IEEE, IEC, UL.
- NO debe crear interferencia de radiofrecuencia en equipos cercanos.
- NO debe impactar negativamente en la red de distribución eléctrica.
- NO debe comprometer la seguridad y protección de la red de distribución eléctrica.

6.4.- Principios Básicos y Funcionamiento de la Tecnología P.L.C.

Los sistemas PLC se basan en la modalidad *Master – Slave*, en donde una Cabecera o equipo concentrador de señales (*Master*), es responsable de administrar la operación entre él y los Modems PLC (*Slaves*), que a su vez se encuentran conectados a los PCs de los usuarios. De esta manera, la red eléctrica se convierte en un medio compartido de transmisión de datos, a través de la cual trafficará información a velocidades variables, dependiendo de la cantidad de PCs que hagan uso simultáneo del recurso.

Figura # 33. Topología de un sistema PLC sobre una red eléctrica



Fuente: Elaboración Propia.

PLC propone un medio de acceso compartido para la comunicación entre los equipos, de acuerdo a la modalidad de operación *Master-Slave*, en donde generalmente, ***n* equipos *Slave* se sincronizan con 1 equipo *Master* dentro de 1 circuito eléctrico de Baja Tensión** (Es posible utilizar más de 1 Equipo *Master* por circuito de baja tensión, dependiendo del tamaño de este).

La operación de equipos PLC en Media Tensión se fundamenta sobre la misma base, e incluso se utilizan algoritmos de modulación similares.

De acuerdo a la figura anterior, es posible visualizar la ubicación de las cabeceras PLC, tanto de Media como de Baja Tensión. Basta con interconectar la primera cabecera MT de un circuito eléctrico de Media Tensión, con el Backbone de servicios, para así inyectar la señal de datos al circuito correspondiente. Luego, para transportar la señal de datos a los circuitos eléctricos de Baja Tensión, es necesario realizar un *By-Pass* en la Subestación de distribución. Esto se logra conectando 1 equipo a cada lado del transformador, uno en MT (Cabecera MT) y otro en BT (Cabecera BT). Ellos se deben interconectar mediante **fibra óptica** para evitar el paso de cargas eléctricas.

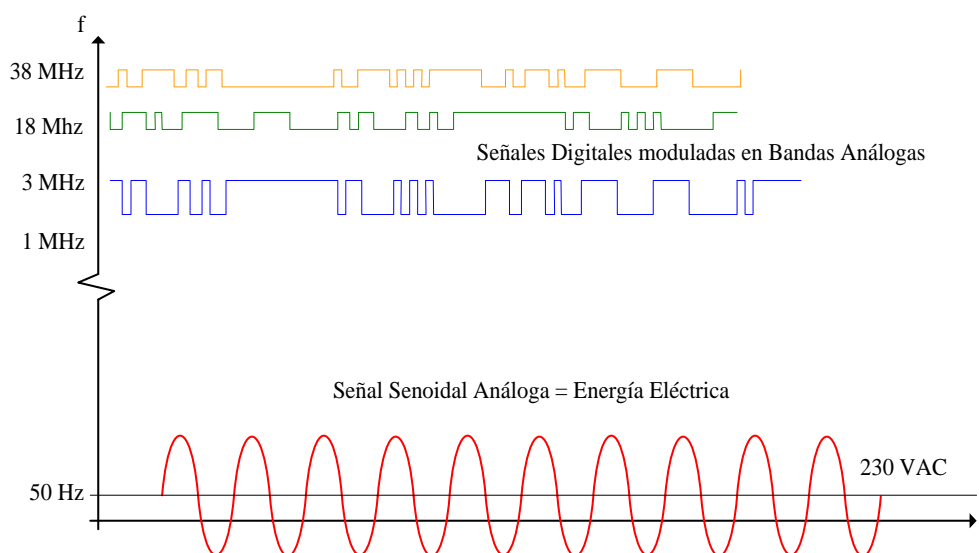
A partir de la Cabecera BT, se inyecta la señal de datos al circuito eléctrico de Baja Tensión. Incluso es posible utilizar equipos repetidores de señal, para incrementar la cobertura del sistema, tanto en MT como en BT. Finalmente, el usuario final conecta su PC a un módem PLC, que es el responsable de sincronizarse con la Cabecera en BT, la que a su vez, envía la información a la Cabecera en MT correspondiente para que finalmente los paquetes IP sea entregados al Backbone del operador y así a su destino final.

En caso de NO utilizar equipos PLC para Media Tensión, el modelo de operación se resume a interconectar las Cabeceras BT con anillos locales de fibra óptica, los que a su vez se interconectarán entre ellos a través de anillos metropolitanos SDH o DWDM, o de lo contrario a través de enlaces punto-a-punto *Ethernet* o MPLS.

6.4.1.- Algoritmos de Modulación

El fundamento de un sistema PLC se basa en la transmisión de energía en forma de radio frecuencia (RF), conducida a través de las líneas eléctricas. Para que la transmisión de la señal análoga sobre los conductores eléctricos pueda convertirse en realidad, es necesario utilizar algún método de modulación que transforme la señal digital (Bits) en canales análogos de transmisión RF. Como una manera de mejorar el *performance* y obtener mejor calidad de señal, los proveedores de equipos han optado por utilizar frecuencias del orden de los Mega Hertz, para modular las señales digitales. Estas se encuentran muy por encima de la señal análoga de energía eléctrica, que en Chile oscila a 50 Hz con una diferencia de potencial de 220 Volts entre fase y neutro.

Figura # 34. Ejemplo del principio de Operación de PLC



Fuente: Elaboración Propia.

Uno de los factores clave es el Algoritmo de Modulación que utilizan los equipos. Esto tiene directa incidencia en el *throughput* final que nos ofrezca el sistema PLC en particular.

Obviamente, cada método tiene ventajas y desventajas muy específicas, dependiendo del escenario en el cual sea implementado.

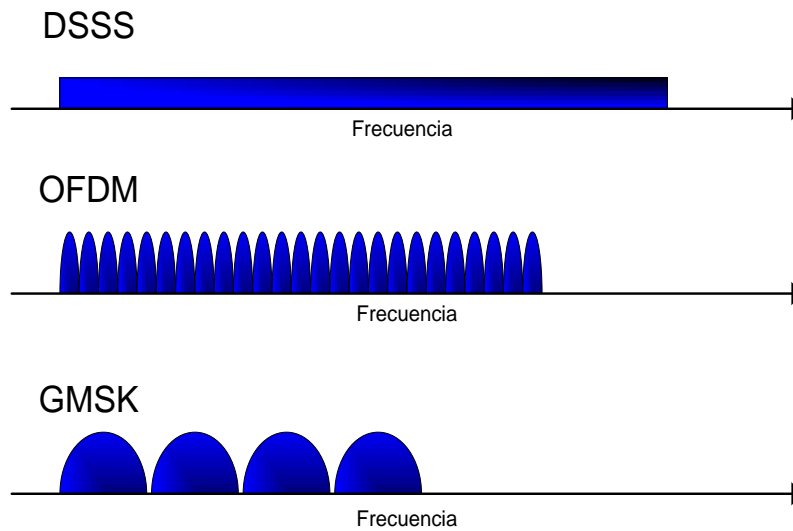
Los tipos de modulación más utilizados corresponden a:

- Direct sequence spread spectrum (DSSS): La técnica de modulación de espectro extendido ha sido utilizada mundialmente para propósitos militares. Provee muy baja densidad de potencia espectral, debido a que distribuye la potencia de la señal sobre un intervalo de frecuencias bastante amplio para transmitir una cantidad considerable de información (Mbps). Esta técnica es ideal para transmitir bajos caudales de información a través de los conductores eléctricos.
- Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM): Consiste en un gran numero de bandas portadoras operando muy cercanamente. Fue desarrollada a partir del método FDM, pero mejorando la utilización de frecuencias. Este tipo de modulación se adapta rápidamente a

variaciones en las características de los canales, dejando portadoras con interferencia de lado, en desmedro de *throughput* total. La desventaja de OFDM es la necesidad de un amplificador lineal de alta potencia, para evitar interferencia en las bandas de alta frecuencia debido a las armónicas de las portadoras, el cual incrementa el costo de los equipos.

- *Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK)*: Corresponde a una singularidad en modulación de bandas estrechas. GMSK transmite la información en fases de bandas portadoras, dando como resultado una señal constante. Esto permite la omisión de amplificadores complejos, sin producir interferencia en armónicas. Como la razón de transferencia o "*Data Rate*" de la señal modulada es de magnitud considerable (generalmente hasta 2 Mbps por portadora), en términos prácticos se obtiene una propagación de señal muy robusta en relación a la interferencia de ondas cortas, como es el caso de las emisoras radiales. GMSK puede considerarse como una modulación OFDM, pero de intervalos de frecuencias más amplios.

Figura # 35. Técnicas de Modulación para Sistemas PLC



Fuente: www.iec.org

Nótese que los equipos PLC son muy similares a equipos de comunicaciones Wireless, si se comparan desde el punto de vista su principio de funcionamiento. Ambos tipos de equipos, utilizan las mismas técnicas básicas de modulación (DSSS, OFDM o GMSK), variando, obviamente, el medio por el cual propagan la señal. Las nuevas series de equipos Wireless que operan de acuerdo a la norma IEEE 802.11a, ya utilizan OFDM como mecanismo de modulación, ofreciendo un *throughput* nominal de 45 Mbps, mientras que las generaciones anteriores (DSSS), solamente alcanzaban los 11 Mbps (IEEE 802.11b), ambos utilizando el mismo intervalo de frecuencia (Base = 2,4 Ghz). OFDM se utiliza también en la tecnología ADSL, como algoritmo de modulación.

De lo anterior se desprende, que es muy probable que esta tendencia se aplique al desarrollo de equipos PLC, lo que sugiere adoptar una tecnología que utilice OFDM como algoritmo base de modulación, ya que se trata de la técnica más depurada a la fecha.

6.5.- Telefonía IP sobre PLC

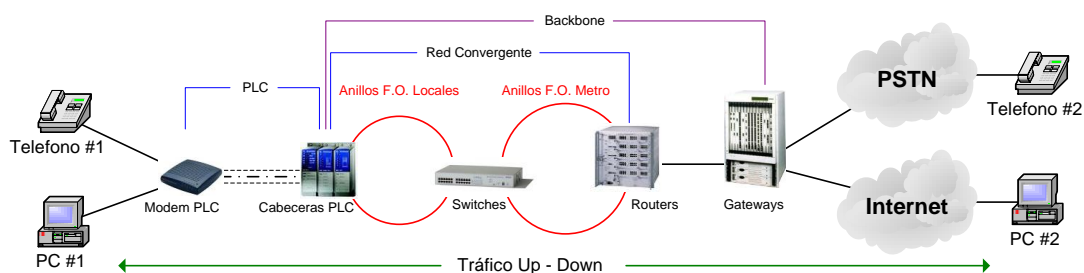
6.5.1.- Descripción General

Además de ofrecer el servicio de acceso a Internet, el servicio de telefonía es una de las oportunidades de negocio más atractivas para los *carriers*. En este caso, no se habla de telefonía analógica tradicional, sino de Telefonía IP sobre PLC, lo que comúnmente se abrevia como VoPLC (*Voice over PLC*).

Para poder convertir este concepto en una realidad, es necesario contar con un entorno en donde exista una red de acceso PLC instalada, para montar sobre este los equipos necesarios para poder ofrecer el servicio de telefonía IP.

De esta manera, las llamadas telefónicas serán enrutadas desde el abonado, vía la red PLC y el Backbone, hacia la red Pública de Telefonía Conmutada (PSTN). Así mismo, llamadas generadas dentro de la Red PSTN, entrarán a través del Backbone a la red PLC para llegar finalmente al abonado.

Figura # 36. Arquitectura Referencial de VoPLC



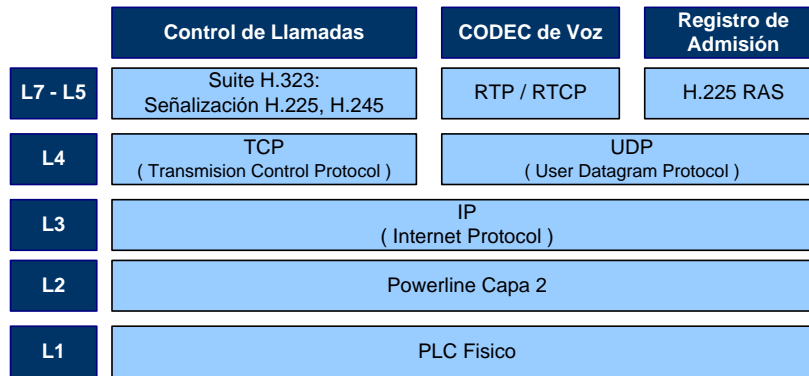
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo planteado en el diagrama anterior, cabe destacar que si se opta por una implementación PLC completa, incluyendo Media Tensión, los Anillos Locales de F.O., que interconectan las cabeceras PLC con los anillos metropolitanos, deberán ser omitidos, ya que en este caso, también se utilizará tecnología Powerline.

Para que la solución sea costo-eficiente, es necesario utilizar en un comienzo telefonía analógica, ya que el cliente normalmente posee este tipo de teléfonos (incluso inalámbricos). El uso de Fax está soportado y será absolutamente transparente para el usuario final. El uso de Modems analógicos NO está soportado por el sistema.

El protocolo Standard utilizado en VoPLC es conocido como H.323, que permite a la plataforma PLC ejecutar aplicaciones de Voz. Se trata de un protocolo Standard para cualquier tipo de aplicación de Voz y Video sobre IP en general. De acuerdo al modelo OSI, podemos describir los siguientes elementos dentro del *Stack*:

Figura # 37. Stack de Protocolos utilizados



Fuente: Ascom Powerline AG.

De acuerdo a lo presentado en la figura anterior, es posible realizar un análisis detallado:

- **PLC Físico (Capa 1)**: Las especificaciones eléctricas, físicas y de señalización de la interfaz PLC no son alteradas al usar aplicaciones VoPLC.
- **Powerline (Capa 2)**: Las funciones Capa 2 implementadas en los equipos PLC, así como el equipamiento Capa 2 ubicado en el Backbone, tienen el propósito de enviar y recibir mensajes enviados por las capas superiores del equipo correspondiente. Generalmente, la Capa 2 se divide en 2 sub-capas:
 - **Logical Link Control (LLC)**: Encapsula los paquetes recibidos de las capas superiores. La función inversa es ejecutada en el equipo que recibe los paquetes. Los equipos PLC ejecutan esta acción de acuerdo al Standard IEE 802.3x.
 - **Media Access Control (MAC)**: Determina como los paquetes son emplazados sobre el Medio, en este caso el conductor eléctrico. No existe estandarización para esta acción, por lo que cada proveedor desarrolla su propia metodología.

Todos los equipos Capa 2, incluidos los equipos PLC, diferencian entre *streams* o colas de paquetes de Voz en Tiempo Real, y otro tipo de datos que no necesitan una entrega con restricciones temporales.

- **IP (Capa 3)**: Los equipos PLC utilizan protocolo IP Standard versión 4.
- **TCP (Capa 4)**: Los equipos PLC utilizan protocolo de transporte TCP Standard para la señalización de paquetes de datos.
- **UDP (Capa 4)**: Los equipos PLC utilizan protocolo de transporte UDP Standard para la señalización de paquetes de Voz. En este caso se privilegia la entrega en tiempo real sobre la calidad de entrega de los datos.
- **Registro de Admisión y Status H.225**: Protocolo RAS (Registro, Admisión y Status) es utilizado para ejecutar registro de usuarios, control de acceso, selección de ancho de banda, status y procesos de log-off.
- **Señalización de Llamadas H.225**: La señalización H.225 es utilizada para establecer una conexión entre dos equipos H.323. Esto se logra intercambiando Mensajes H.225 en el canal de Señalización. Este canal es abierto entre dos equipos H.323, o entre 1 equipo H.323 y un *Gatekeeper*, al momento de querer ejecutar una llamada.

- **Señalización de Control H.245:** El protocolo H.245 de control de señalización es utilizado para gobernar la operación entre dos equipos H.323, dentro de las cuales es posible señalar:
 - Negociación de CODECs
 - Posibilidad de abrir y cerrar canales lógicos usados para transportar voz
 - Mensajes de Control de Flujo
 - Comandos Generales e Indicaciones
- ***Real-Time Transport Protocol (RTP: Capa 5):*** Este protocolo es responsable de entregar servicio punto-a-punto para aplicaciones en tiempo real de Voz, Audio y Video. Generalmente, RTP utiliza UDP como protocolo de capa inferior. Además, RTP entrega información sobre el tipo de Stress, número de secuencia de paquetes y monitoreo de entrega.
- ***Real-Time Transport Control Protocol (RTCP: Capa 5):*** Este protocolo es responsable de proveer los servicios de control sobre las interconexiones de RTP. La principal función es entregar información sobre la calidad del transporte de datos.

6.5.2.- Sistema de Tarificación

Cada proveedor de servicios requiere un sistema de tarificación y estadística de llamadas, para poder ofrecer el servicio de telefonía. Generalmente, los *carriers* cobran un cargo fijo mensual, además del costo por las llamadas (Costo Fijo + Costo Variable).

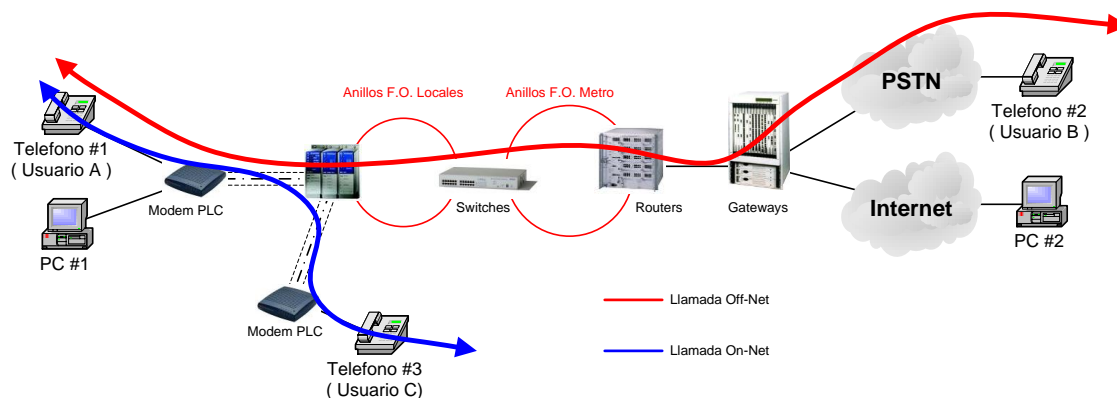
Para lograr contabilizar las llamadas de cada uno de los abonados, un grupo de Servidores debe estar dedicado únicamente a esta tarea. Generalmente, las llamadas entre usuarios de distintos *carriers*, implican costos de acceso al entrar en nuevas redes, lo que indudablemente debe ser traspasado al cliente que ejecuta la llamada. Para esto, un cluster de *Call Managers* y CDRs puede facilitar enormemente esta tarea, descargando la información capturada en línea, directamente a una base de datos, en donde finalmente se obtendrá un detalle en la cuenta de cada cliente.

Un sólido sistema de Tarificación permite implementar incluso sistemas de pre-pago en telefonía fija, introduciendo así un servicio innovador en la industria de las Telecomunicaciones en Chile.

6.5.3.- Tipos de Llamadas: On-Net y Off-Net

Es muy importante clasificar las llamadas realizadas por los usuarios, considerando el destino que estas llamadas tienen. Por ejemplo, si un usuario llama a otro usuario de la misma Red PLC de la Compañía, como es el caso del Usuario A y el Usuario B en la figura siguiente, esta llamada se clasificará como “**On-Net**”, ya que no necesita salir a la Red Pública. Simplemente la voz viajará en forma de paquetes IP desde 1 modem PLC a otro, mientras que la trayectoria se realiza a través de la red del proveedor de servicios. Sin embargo, si un usuario genera una llamada a un destinatario ubicado en la Red de Telefónica CTC Chile, por ejemplo entre el Usuario A y el Usuario C, esta llamada deberá obligatoriamente pasar a través de los Gateways y entrar a la PSTN para llegar a su destino final. Este tipo de llamadas serán clasificadas como “**Off-Net**”.

Figura # 38. Trafico de llamadas On-Net y Off-Net



Fuente: Elaboración Propia.

Si comparamos las llamadas “On-Net” con servicios que demandan anchos de banda considerables (FTP, Video, etc.), las llamadas telefónicas consumen muy pocos recursos de red, por lo que podrían ser consideradas dentro del cargo fijo de la renta mensual. Esto puede ser considerado de manera muy atractiva por el cliente final, pero a su vez, puede iniciar serias acciones por parte de los competidores de la industria.

6.6.- Proveedores de Equipos P.L.C.

A la fecha de este estudio, existen básicamente 3 Proveedores de equipos Powerline a nivel mundial, que han orientado sus esfuerzos a diseñar, fabricar y comercializar un sistema completo de Networking PLC. Las soluciones presentadas a continuación, apuntan a coberturas metropolitanas, proponiendo modelos bastante interesantes en relación a la llamada “última milla”.

Proveedor #1	ASCOM	(Suiza)
Proveedor #2	MAIN.NET	(Israel)
Proveedor #3	DS2	(España)



A continuación, un detalle de cada una de las alternativas tecnológicas:

6.6.1.- Proveedor #1

6.6.1.1.- Referencia de la Empresa



ASCOM Powerline AG

Ascom es una empresa líder en el desarrollo de nuevas Tecnologías de Información. Sus oficinas principales se encuentran en Suiza y el año 1996 decidió participar en el desarrollo de tecnología PLC. Fue la primera empresa en ofrecer equipos Powerline producidos a gran escala, dejando atrás los prototipos y pruebas de laboratorio. En la actualidad, equipos PLC Ascom se encuentran en plena operación en países europeos, entregando servicios IP a sus clientes, a través de empresas eléctricas como ENDESA, EDEL, y EDF.

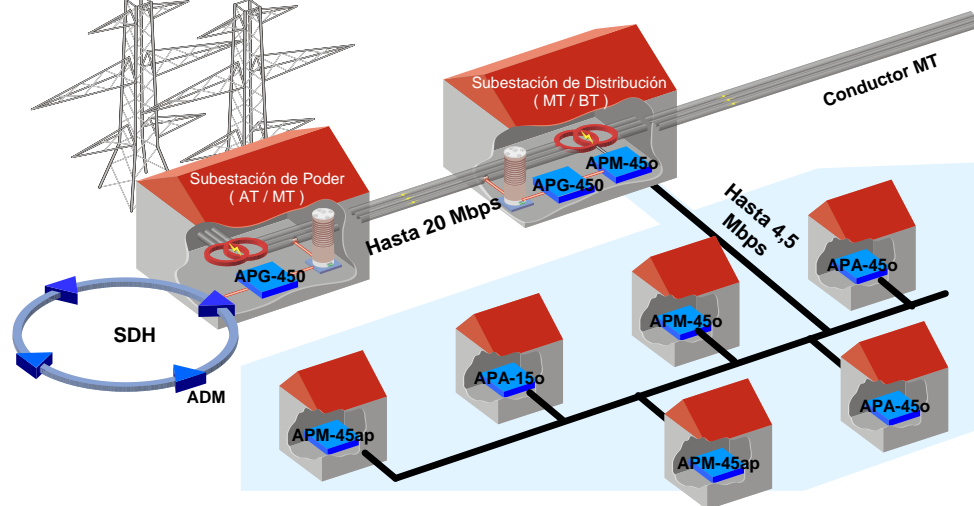
6.6.1.2.- Modelos de Conexión y Descripción de Equipos

ASCOM propone un Sistema PLC completo, que utiliza redes de Media y Baja Tensión. Este modelo se puede desglosar en 3 sub-sistemas:

- Sistema MT (Equipos APG-45o)
- Sistema BT Outdoor (Equipos APM-45o, APM-45ap, APA-45o, APA-15o)
- Sistema BT Indoor (Equipos APM-45i, APA-45i, APA-15i)

El diagrama siguiente, resume la implementación completa del sistema ofrecido por ASCOM:

Figura # 39. Modelo de Conexión de Equipos ASCOM Powerline AG

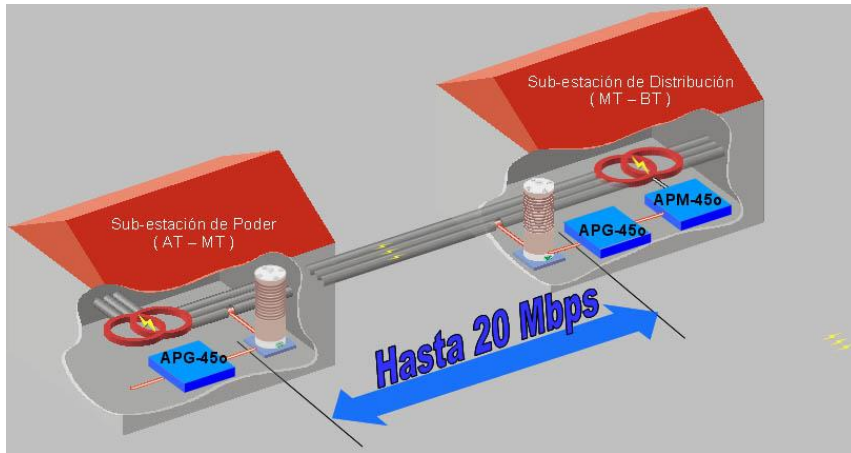


Fuente: Ascom Powerline AG.

Mediante un Anillo SDH (Backbone), se interconectan los Gateways PLC de Media Tensión (APG-45o) ubicados en las subestaciones de poder (AT – MT). Posteriormente, se instalan equipos idénticos en las Sub-estaciones de Distribución (MT – BT). Este tipo de equipos pueden ser utilizados en redes de hasta 24 KV, y son capaces de inyectar hasta 9 Mbps entre 2 fases, lo que nos permite obtener un *throughput* teórico de 18 Mbps por tendido MT.

Luego, los APG-45o (Gateways MT) son conectados, a través de su interface *Ethernet*, al Outdoor Master (APM-45o), el que a su vez se encuentra conectado a la red de Baja Tensión y distribuye los 4,5 Mbps teóricos en dicha red. De esta manera se realiza el *By-Pass* de datos a nivel de la Sub-estación de Distribución. La figura siguiente muestra gráficamente el modelo de conexión de los equipos de Media Tensión. Nótese que en la Sub-estación de Distribución se encuentra ubicado el APG-45o (MT) y el APM-45o (BT).

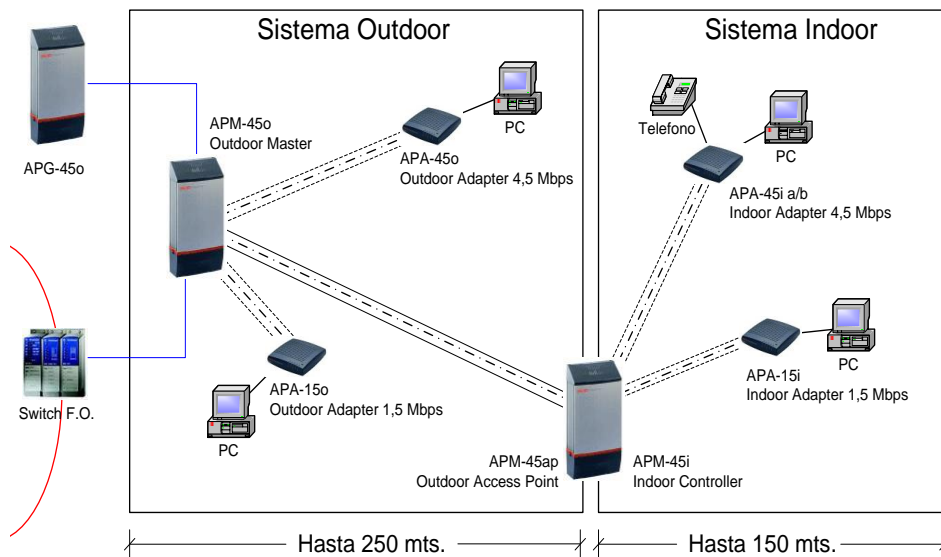
Figura # 40. ASCOM PLC en Media Tensión



Fuente: Ascom Powerline AG.

En Baja Tensión, ASCOM plantea una solución PLC separando su sistema en 2 sub-sistemas independientes, pero complementarios.

Figura # 41. Topología de conexión del sistema ASCOM Powerline



Fuente: Ascom Powerline AG.

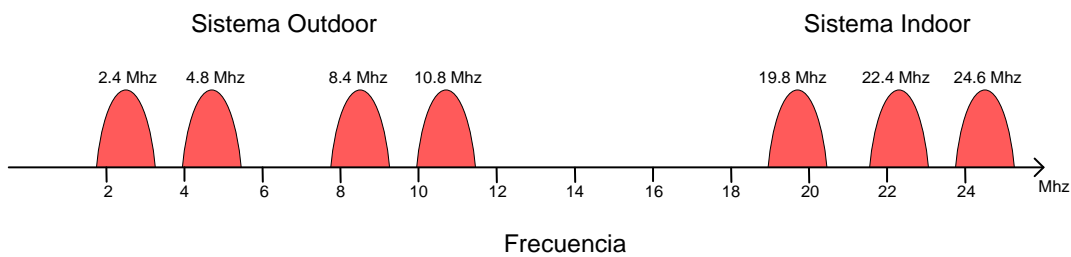
El Outdoor Master o APM-45o es parte de la Cabecera PLC, que consiste en un conjunto de equipos que habilitan el tráfico de datos a través de las redes eléctricas, como a su vez, *transcievers* o *switches* de Fibra Óptica (en el caso que corresponda) y equipamiento de control y monitoreo.

Figura # 42. Outdoor Master

La principal diferencia entre el sistema Outdoor y el Indoor, radica en sus frecuencias de operación.



Figura # 43. Distribución de Frecuencias del Sistema ASCOM PLC en BT



Fuente: Ascom Powerline AG.

Para lograr comunicación entre ambos sistemas, es necesario utilizar un equipo que sincronice ambos sistemas, llamado OAP/IC (*Outdoor Access Point* (APM-45ap) / *Indoor Controller* (APM-45i).

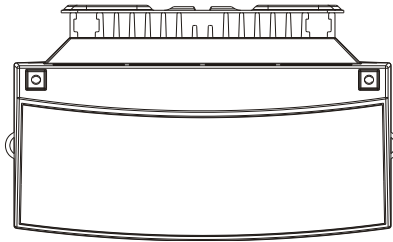
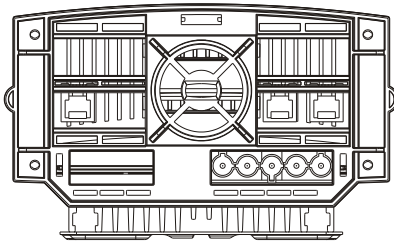
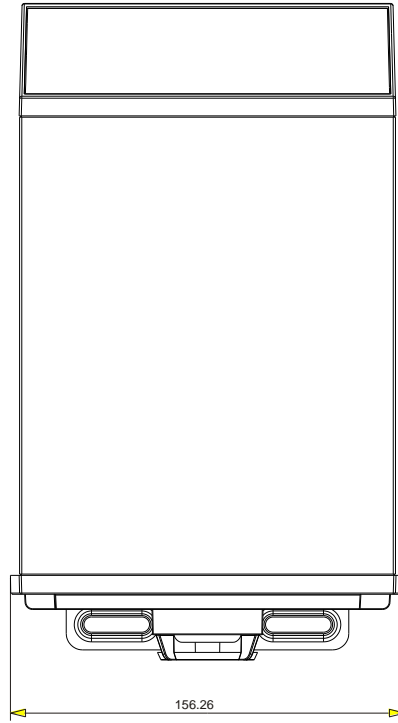
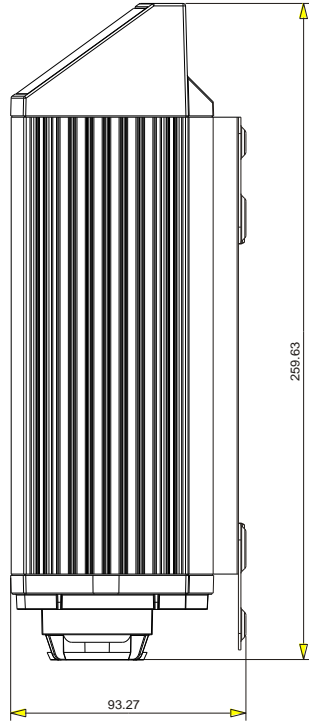
En estricto rigor, se trata de 2 equipos diferentes, pero condensados dentro de un mismo gabinete (Ver figura anterior). El OAP es un equipo de tipo *Slave*, que a su vez, es responsable de entregar la información al IC (Master del sistema Indoor).

De esta manera podemos concluir que cada sistema (Outdoor e Indoor) posee una unidad “Master”:

- Outdoor Master : Sistema Outdoor (2.4 – 10.8 Mhz)
- Indoor Controller : Sistema Indoor (19.8 – 24.6 Mhz)

La figura siguiente muestra las dimensiones de los equipos “Master” de ASCOM:

Figura # 44. Dimensiones de un equipo *MASTER* de ASCOM



Fuente: Ascom Powerline AG.

En relación a los Modems PLC o equipos de tipo “Slave”, ASCOM ofrece una variada gama de ellos, orientados a diferentes segmentos de Mercado. Todos los módems son estéticamente similares:

Figura # 45. Modem PLC

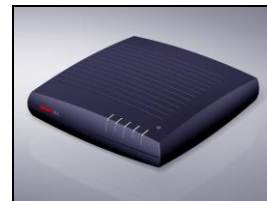
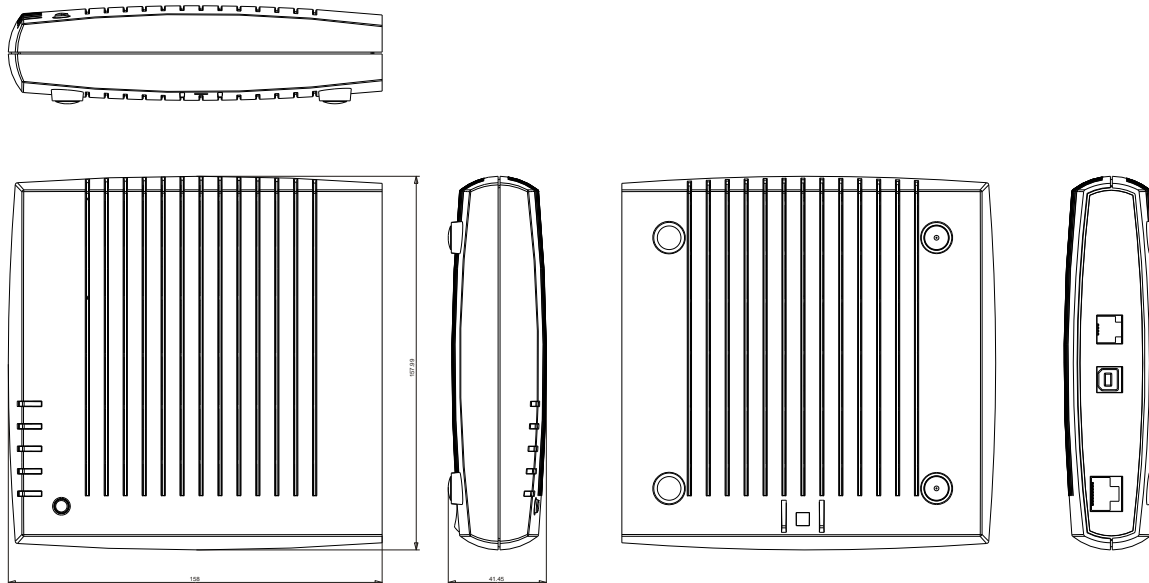


Figura # 46. Dimensiones de un Modem o Adapter PLC



Fuente: Ascom Powerline AG.

Modems para el Sistema Outdoor:

APA-45o: Modem con 1 interface *Ethernet* y USB, capaz de sincronizarse con el Master (OM en este caso) a una velocidad de hasta 4,5 Mbps. Orientado a un tipo de plan de mayor velocidad y *performance*.

APA-45o voice: Modem similar al APA-45o, pero posee 1 interfase a/b para conectar 1 teléfono análogo.

APA-45o 2x voice: Modem similar al APA-45o, pero posee 2 interfaces a/b para conectar 2 teléfonos análogos.

APA-15o Eth: Modem desarrollado para un segmento inferior, ya que puede alcanzar velocidades máximas de solamente 1,5 Mbps. Esto se debe a que puede sincronizarse solamente con 1 banda portadora, que en este caso corresponde a la de 2.4 Mhz. Permite la conexión con el PC a través de la interfase *Ethernet*. No posee interfase USB.

APA-15o USB: De similares características que el APA-15o, salvo que este posee 1 interfase USB en lugar de la *Ethernet*.

Modems para el Sistema Indoor:

APA-45i: Modem con 1 interfase *Ethernet* y USB, capaz de sincronizarse con el Master (IC en este caso) a una velocidad de hasta 4,5 Mbps. Orientado a un tipo de plan de mayor velocidad y *performance*.

APA-45i voice: Modem similar al APA-45o, pero posee 1 interfase a/b para conectar 1 teléfono análogo.

APA-45i 2x voice: Modem similar al APA-45o, pero posee 2 interfaces a/b para conectar 2 teléfonos análogos.

APA-15o Eth: Modem desarrollado para un segmento inferior, ya que puede alcanzar velocidades máximas de solamente 1,5 Mbps. Esto se debe a que puede sincronizarse solamente con 1 banda portadora, que en este caso corresponde a la de 19.8 Mhz. Permite la conexión con el PC a través de la interfase *Ethernet*. No posee interfase USB.

APA-15o USB: De similares características que el APA-15o, salvo que este posee 1 interfase USB en lugar de la *Ethernet*.

6.6.1.3.- Especificaciones Técnicas y Normas de Diseño

Como una manera de presentar inmediatamente una comparación entre los equipos ofrecidos por los diferentes proveedores, las especificaciones técnicas se detallan más adelante.

6.6.1.4.- Ventajas Técnicas del Sistema PLC ASCOM

- Excelente diseño estético de los productos (Modems)
- Inyección Trifásica de la señal de datos (Cobertura en todas acometidas)
- Sistema con mayor cantidad de proyectos pilotos desarrollados a nivel mundial
- Poseen un Agente SNMP v2 de acuerdo al estándar internacional, que ofrece una buena cantidad de información de administración y configuración de equipos
- Variedad de equipos que brinda flexibilidad. Se instala el equipo adecuado a cada servicio contratado por el cliente.

6.6.1.5.- Desventajas Técnicas del Sistema PLC ASCOM

- Carece de un sistema de administración de equipos
- Permite la instalación de hasta 1 nivel de Repetidores en Serie, lo que trae consigo una restricción en la cobertura del sistema
- No permite “*Hopping*” automático de *Master* en los equipos *Slave*
- Los equipos de tipo Master carecen de un diseño adecuado para ser instalados en exteriores (es necesario utilizar un gabinete)
- Los equipos de tipo Master poseen piezas móviles en su interior, lo que se traduce en costos de mantención y recambio de este tipo de elementos (ventiladores)
- Las herramientas de configuración son deficientes
- La cobertura del sistema no corresponde a lo afirmado por el fabricante y son muy sensibles a la interferencia electromagnética.
- El throughput ofrecido por el sistema no permite utilizar aplicaciones intensivas en consumo de ancho de banda, como Video Conferencia o aplicaciones Multimedia en general.

6.6.1.6.- Expectativas a Futuro

ASCOM ha anunciado que dentro de las Estrategias de producción, ha considerado básicamente 3 líneas de acción:

- **Q2 - 2003** / Desarrollar Equipos PLC para Redes de Media Tensión a bajo costo
- **Q3 - 2003** / Integrar en 1 CHIP PLC todos los componentes: reducción de costos
- **Q1 - 2004** / Desarrollar la 2ª Generación de Equipos PLC: 50 Mbps en BT

6.6.2.- Proveedor #2

6.6.2.1.- Referencia de la Empresa



Main.net Communications Ltd.

Main.net es un proveedor Israelita que ha crecido rápidamente gracias a su buena capacidad de gestión y rapidez para implementar proyectos pilotos en conjunto con compañías eléctricas. El sistema PLC de Main.net, llamado "Sistema Plus" (*Power Line Ultimate System*) tiene numerosas ventajas, como un excelente sistema de gestión y control de redes llamado NmPLUS (que no poseen un equivalente otros proveedores), pero a su vez los equipos son de menor *performance* (solo 2.4 Mbps) en comparación a otros proveedores.

El sistema PLUS ofrece una variedad de posibilidades, tanto para el usuario final, como para la empresa eléctrica, como por ejemplo, Acceso a Internet Banda Ancha, Telefonía, *Home Networking*, Domótica y AMR (*Automatic Meter Reading*). Este último, es un sistema que permite realizar tomas de estado de medidores eléctricos de manera remota y centralizada, a través de PLC.

Este sistema PLC está basado en tecnología única, que es Propiedad Intelectual de Main.net, por lo que, obviamente, está protegida por patentes.

Adicionalmente al suministro del Sistema PLUS, Main.net puede dar soporte en una amplia gama de áreas relacionadas al despliegue del sistema, basándose en la experiencia adquirida en Proyectos Pilotos y preparaciones para instalaciones comerciales de PLC en Europa, EE.UU. y el lejano Oriente.

En la actualidad, Main.net se encuentra en pleno desarrollo de la etapa comercial en Alemania, a través de la Empresa Eléctrica EnBW con su producto PLC llamado VYPE.

Además, Main.net fue una entidad fundadora activa del llamado PLC Forum.

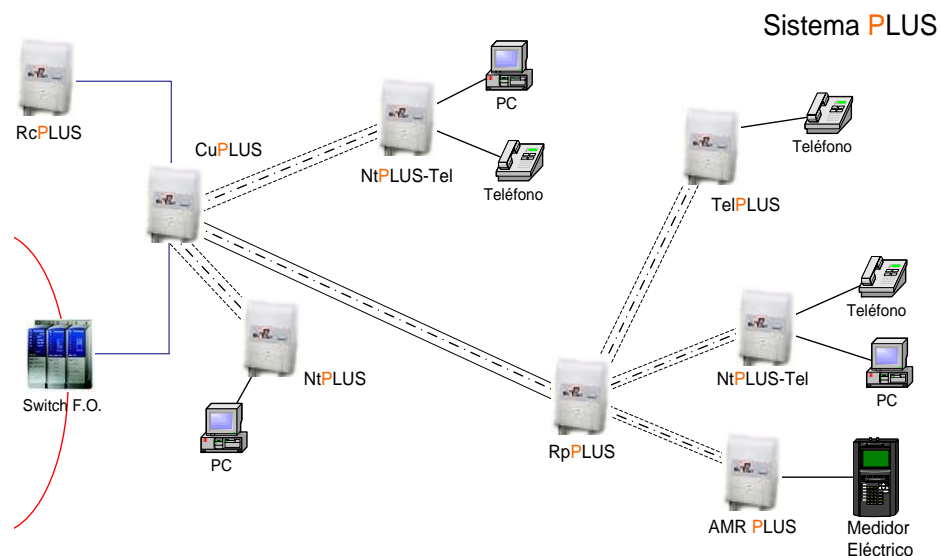
6.6.2.2.- Descripción del Sistema

El enfoque dado por Main.net al problema de la cobertura mediante PLC, difiere del modelo tradicional, en donde se trata de maximizar la potencia entregada por los equipos, de manera de ampliar el alcance. En este caso, cada unidad o equipo PLC emite la señal al nivel de potencia más bajo posible (considerando calidad de servicio) para alcanzar el equipo más próximo. La potencia es ajustada dinámicamente, dependiendo de la dirección del mensaje, es decir, si un Módem se comunica con Módem cercano, la comunicación se hará a bajo nivel de potencia, mientras que si el mismo Módem se comunica con la Cabecera PLC (lejanía), se utilizará un mayor nivel de potencia. Además, los equipos utilizan protocolos de comunicación Punto-Multipunto Proprietarios, que han sido optimizados para evitar colisión de paquetes a pesar de que todos los equipos operan en el mismo intervalo de frecuencias (1,7 Mhz – 30 Mhz).

6.6.2.3.- Modelos de Conexión y Descripción de Equipos

El sistema PLUS de Main.net no hace diferencia de operación a nivel Outdoor o Indoor. Todo el sistema trabaja bajo el mismo marco de operación dentro de un circuito eléctrico, bajo condiciones normales de ruido. Al igual que con ASCOM, la conexión de Fibra Óptica hacia el Backbone puede ser reemplazada por PLC en Media Tensión. Cabe destacar que Main.net ya ofrece el equipo AMR compatible con el sistema.

Figura # 47. Modelo de conexión de equipos del Sistema PLUS de Main.net



Fuente: Main.net Communications Ltd.

De acuerdo a la figura anterior, se describe a continuación a cada uno de los equipos del sistema:

Equipos Outdoor:

CuPLUS (Concentrator Unit): Unidad **Concentradora** o “Master” ubicada en la vecindad de la Subestación de Distribución. Es el equipo responsable de transformar los datos provenientes del Backbone hacia la red eléctrica y viceversa. Es la unidad que conecta el sistema PLC al Backbone, mediante una interfaz Standard RJ-45.

RpPLUS (Repeater): Unidad **Repetidora** responsable de ampliar la cobertura del CuPLUS. Deben ser instaladas en gabinetes outdoor en la postación de Baja Tensión.

AMR PLUS (Automatic Meter Reading): Este equipo permite la integración con sistemas de AMR, mediante una interfase RS232. Se debe considerar que los medidores deben tener una salida de datos, o de lo contrario un *slot* de expansión que permita adicionar un accesorio que lo haga compatible.

Equipos In-Home:

NtPLUS (Network Termination): Es el equipo básico instalado en el Hogar del Cliente (Módem PLC) o en la oficina. Provee de acceso a la red IP – *Ethernet* a través de un conector USB o RJ-45.

NtPLUS-Tel (Network Termination): Similar al equipo anterior, pero permite además la conexión de 1 aparato telefónico análogo con conector RJ-11. El NtPLUS-Tel realiza la paquetización de la voz y la envía a través del Backbone al Gateway de Telefonía IP.

NtTel (Network Termination): Este equipo provee solamente Telefonía IP a través de un conector RJ-11 y fue desarrollado para mercados en donde el acceso a Internet no se ha desarrollado por completo. Es una alternativa de bajo costo para ofrecer telefonía sobre PLC.

Network Management System:

NmPLUS (Network Management): Es el *sistema de Gestión* que permite monitorear y controlar los equipos PLC de manera centralizada. Se basa en la utilización del protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*) y permite obtener instantáneamente el estado de cualquier equipo PLC, al momento en que el cliente ha llamado al Call – Center de la empresa.

6.6.2.4.- Especificaciones Técnicas y Normas de Diseño

Como una manera de presentar inmediatamente una comparación entre los equipos ofrecidos por los diferentes proveedores, las especificaciones técnicas se detallan mas adelante.

6.6.2.5.- Ventajas Técnicas de Main.net y el sistema PLUS

- Ofrece la posibilidad de una interfase RS232 para integrar equipos de AMR.
- Permite la operabilidad simultánea de “*Home-Networking*” y Red de Acceso sin la necesidad de instalar un *Home Gateway*.
- Los CuPLUS incorporan capacidades básicas de Ruteo IP
- Posee algoritmos de aprendizaje para la optimización de cobertura, basado en las características de la red eléctrica (Flexibiliza el funcionamiento del sistema, frente a cambios en los circuitos eléctricos)
- Ajuste dinámico de Potencia de Transmisión (Tx)
- “*Cu Hopping*” ayuda a seleccionar en los Módems el equipo Master (CuPLUS) de mejor cobertura
- Redundancia automática mediante “*Cu Hopping*”
- Permite la instalación de más de 1 cabecera por circuito de Baja Tensión
- Permite instalar ilimitados repetidores en serie. Se debe considerar que el *Delay* aumenta a medida que los equipos repetidores deben realizar control de errores y restitución de paquetes.

6.6.2.6.- Desventajas Técnicas del Sistema Plus

- Bajo ancho de banda por circuito BT (2,4 Mbps en condiciones óptimas)
- Poca evolución en el diseño estético de los equipos: Modems muy grandes de tamaño.

Tal vez las desventajas del sistema ofrecido por Main.net parecen ser muy pocas, pero en realidad se trata de condiciones de tipo *sine qua non*, por lo que degradan considerablemente la clasificación relativa del sistema, en relación a sus competidores.

6.6.2.7.- Expectativas a Futuro

La planificación estratégica promovida por Main.net apunta a desarrollar la segunda generación de equipos PLC de mayor velocidad, al igual que los otros proveedores. Pretenden desarrollar más el mercado de los proyectos pilotos a nivel mundial, realizando un trabajo en conjunto con las empresas eléctricas (al contrario de ASCOM), como una manera de fomentar la relación comercial con su cliente. Main.net plantea desarrollar un *Deployment* comercial en conjunto con sus clientes, en donde participa directamente con aportes de capital y equipos PLC. No se tiene certeza de que este método sea el más adecuado para masificar el uso de PLC, e incluso, es una posición poco conveniente para la empresa eléctrica, ya que no podría eventualmente realizar un *switch-off* de proveedor de equipos.

Las directrices estratégicas de producción son las siguientes:

- **Q4 -2002** / Desarrollar Equipos PLC para Redes de Media Tensión a bajo costo
- **Q2 – 2003** / Integrar en 1 CHIP PLC todos los componentes, lo que implica una reducción de costos
- **Q1 – 2004** / Desarrollar la 2ª Generación de Equipos PLC: 50 Mbps en BT

6.6.3.- Proveedor #3

6.6.3.1.- Referencia de la Empresa



Design of Systems on Silicon (DS2)

Fundada en 1998, DS2 es una empresa joven y emprendedora, de origen española. Cuenta con 60 Ingenieros de Desarrollo de Multidisciplinas orientados a I&D de la Tecnología P.L.C. Hasta el momento, es la empresa que ha logrado desarrollar equipos de mayor *performance*, con modulación OFDM (1.280 portadoras de 1 a 38 Mhz), alcanzando velocidades de hasta 45 Mbps. A diferencia de los proveedores anteriores, DS2 desarrolla solamente el *Chipset* PLC, dejando la integración y fabricación de los equipos a terceros. DS2 ha establecido acuerdos comerciales con EBA (EE.UU.), Ambient Corporation (EE.UU.), Amperion (EE.UU.) e ILEVO (Suecia); empresas que completan la cadena de producción y ofrecen el producto final al cliente. Solamente fue posible contactar a EBA e Ileva, ya que las otras empresas todavía no han logrado llevar sus productos al mercado.

El modelo de conexión que DS2 ofrece para la solución Powerline es básicamente muy similar a las alternativas ofrecidas por los proveedores anteriores.

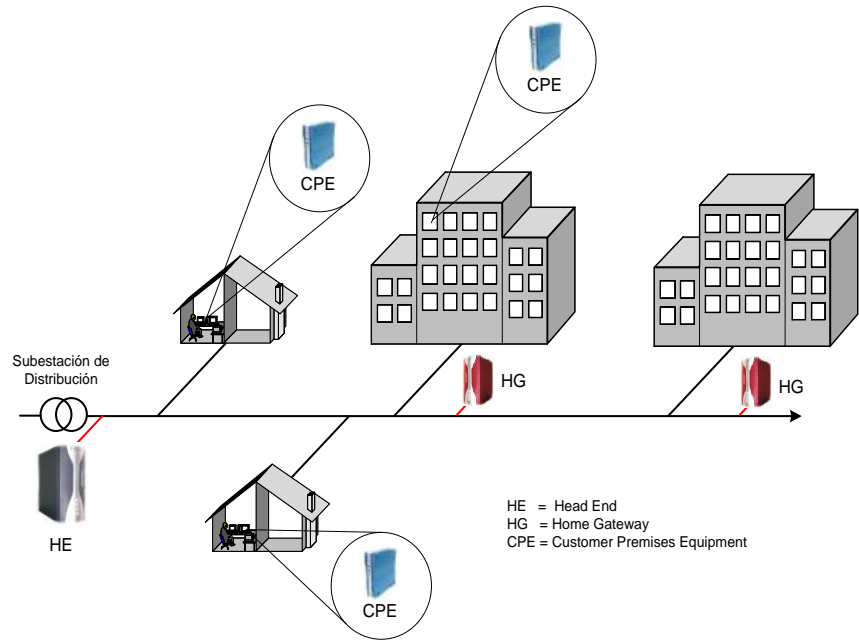
6.6.3.2.- Modelos de Conexión

La cabecera PLC, llamada **HE** (*Head End*), es responsable de inyectar la señal proveniente del Backbone IP a través de una interfase WAN. Esta es ubicada en la cercanía de la Subestación de Distribución y opera como unidad Master en la comunicación. Permite la administración de 254 CPEs o HGs. Incluso, es posible utilizar más de 1 HE por circuito eléctrico, mediante técnicas de diversidad de frecuencias. En sincronía con el HG, permite un *throughput* efectivo de 27 Mbps Full-Duplex.

Luego, el **HG** (*Home Gateway*) permite la interconexión de diferentes nodos como si se encontraran en una LAN, de manera de compartir la conexión de alta velocidad. Posee cualidades de *Router* (Capa 3) y de unidad Repetidora. Generalmente se ubica en el TDF (Tablero de Distribución de Fuerza) de un edificio, con el propósito de mejorar la cobertura hacia los circuitos interiores del establecimiento.

Finalmente, cada abonado requiere de un modem PLC, que en este caso es llamado **CPE** (*Customer Premises Equipment*), que contiene un *Chipset* DS2. Permite la comunicación con la cabecera PLC (*Head End*), ofreciendo una velocidad de hasta 18 Mbps.

Figura # 48. Modelo de Conexión de quipos DS2



Fuente: Design of Systems in Silicon (DS2).

6.6.3.3.- Proveedor EBA PLC Corp.

EBA PLC es una organización establecida bajo las leyes del estado de Florida, en EE.UU. Su misión es investigar, diseñar, desarrollar, producir y comercializar productos PLC. En Agosto del 2001, EBA suscribe una licencia tecnológica con DS2 que le permite llegar a ser un integrador oficial de *Chipsets* DS2 en equipos PLC. Desde entonces, EBA ha realizado bastantes proyectos piloto en Sud América y también en Sud África y la República Checa.

Los productos ofrecidos por esta empresa siguen al pie de la letra las características de diseño de DS2.

El equipo *Master* o CPE y el HG han sido concebidos como equipos indoor, por lo que es necesario instalarlos en gabinetes especialmente diseñados o acondicionados para este fin. Poseen la ventaja de tener *slots* PCI, por lo que es muy fácil integrarles una interfaz WAN.

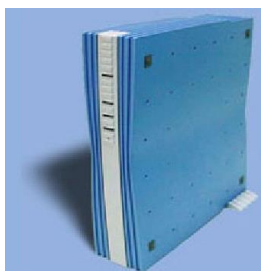
Figura # 49. HE y HG de EBA



Estos equipos incluyen accesorios de acople, pero no se obtuvo la información necesaria como para entregar una descripción completa.

Como alternativa al MODEM para el abonado, EBA ofrece tres alternativas:

Figura # 50. Equipos de tipo *SLAVE* o Modems PLC ofrecidos por EBA



MODEM Compacto



MODEM Desktop



Tarjeta PCI

6.6.3.4.- Proveedor ILEVO AB

Ilevo nació en Mayo del año 2000 como un *Spin-Off* de Ericsson, formando parte importante dentro de la “*Innovation Cell*”; grupo de empresas orientadas a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de comunicaciones.

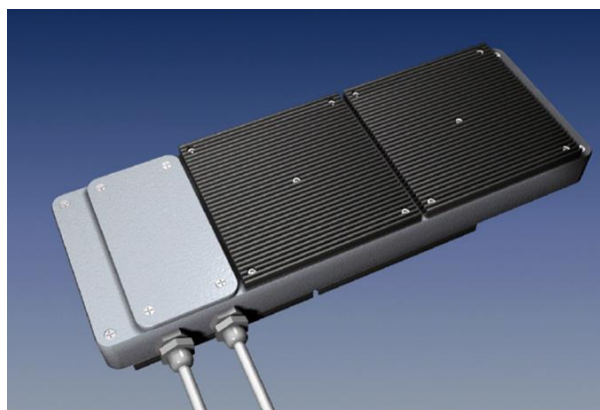
De la misma manera que EBA PLC, Ilevo adquiere los *Chipssets* de DS2 y los integra para llegar a desarrollar el producto final. A diferencia de la anterior, Ilevo decidió invertir más en el desarrollo de los equipos Outdoor.

Una de las ventajas de esta solución radica en los accesorios de acople de señal, los cuales garantizan una alta eficiencia, y por lo tanto, muy baja pérdida de señal, lo que se traduce finalmente en mayor alcance. Este tipo de equipos ha sido probado sin problemas cubriendo distancias de 400 mts. de conductor aéreo y subterráneo.

Ilevo llamó “*Transformer Premises Equipment*” o “TPE” al Equipo Master (*Head End* en caso de EBA) del modelo de operación presentado anteriormente. A diferencia de EBA, este equipo está diseñado para ser montado directamente a la intemperie, lo que omite la necesidad de instalar los equipos en gabinetes *outdoor* para evitar daños por causas ambientales. A pesar de estar diseñado para cámaras subterráneas, su robusta cobertura lo convierte en el equipo ideal para ser montado en la cercanía de subestaciones aéreas.

Además, el TPE permite conexiones WAN para una integración directa con el Backbone del operador. Incluye accesorios de montaje y de acople, de manera de realizar la colonización de zonas de manera rápida y eficiente.

Figura # 51. TPE – Ilevo



Ilevo ofrece el *Intermediate Repeater* como una solución a los problemas de cobertura. Físicamente es idéntico al TPE, pero cumple la función de extender el alcance de la señal del TPE. Consiste en un *transceiver* capaz de reconocer señales muy débiles y luego regenerarlas a niveles de potencia mayor y sin desmedro de la calidad, mejorando considerablemente la cobertura del sistema. Este equipo es una singularidad de Ilevo y constituye una gran ventaja en relación a otros proveedores.

El MODEM o CPE ofrecido por ILEVO consiste en un modelo similar al de los otros proveedores. De acuerdo a lo planteado por el proveedor, este equipo es capaz de alcanzar una mayor cobertura sobre las redes eléctricas.

Figura # 52. CPE de Ilevo

La interfaz de acople-desacople de señal en estos equipos permite alcanzar aproximadamente 400 mts. medidos desde el *Master* hasta el *Slave* en términos de longitud en conductor eléctrico.

El equipo ofrece 2 interfaces *Ethernet 10BaseT* con conector RJ-45, 1 Interfaz telefónica y 1 USB v2.0.



6.6.3.5.- Estrategia de Desarrollo de DS2

El Modelo de negocios planteado consiste en focalizarse y desarrollar únicamente los *Chipsets* de procesamiento PLC (El núcleo de operación de un equipo PLC), y luego distribuirlos a sus *Partners* para que ellos, a su vez, realicen la integración final y ofrezcan un producto terminado a los clientes. De esta manera, DS2 se propone seguir una estrategia similar a la trazada por Intel en el mercado de los procesadores, lo que dará como resultado un desarrollo más acelerado de la tecnología y una caída de precios en los equipos PLC, permitiendo así que las empresas eléctricas puedan entrar a corto plazo a competir en el mercado de las telecomunicaciones.

6.6.3.6.- Expectativas de Desarrollo de DS2

- *Q1 – 2003 / Lanzamiento de Línea de Productos PLC para Media Tensión*
- *Q1 – 2004 / Lanzamiento de 2º Generación de Equipos PLC en BT: 200 Mbps*
- *Q2 – 2004 / Masificar el mercado*

6.6.3.7.- Ventajas Técnicas del Sistema PLC de DS2

- Alta tasa de transferencia de datos, debido al tipo de modulación que utiliza (OFDM)
- Es un sistema Full Duplex
- Tiene un rápido desarrollo tecnológico y una acelerada evolución en los productos
- Alta flexibilidad, ya que permite la integración del *Chipset* en diferentes plataformas, haciéndolo compatible con múltiples interfaces y sistemas operativos
- Diseño estético adecuado
- Permite la instalación de repetidores en serie, aumentando así la cobertura del sistema

6.6.4.- Comparación entre Proveedores

A continuación se presenta un listado de ventajas técnicas comunes a los sistemas ofrecidos por ASCOM, Main.net y DS2.

- Sistemas orientados tanto a dar acceso IP como a *Home Networking*.
- Se pueden implementar tanto en redes de 110 V como en redes de 220 V.
- Solo ASCOM y Main.net cumplen con estrictas normas de radiación electromagnéticas (NB30).
- Sistemas gestionables mediante SNMP.
- Ofrecen una conexión IP transparente para el usuario.
- Inmediata integración a la plataforma instalada mediante DHCP: No es necesario una previa configuración antes de ofrecerlos al cliente. Directo del proveedor al cliente.
- Avanzados métodos de QoS, que permiten ofrecer un servicio acorde a la segmentación de mercado.
- No es necesario instalar software en el cliente, a menos que se utilice la puerta USB.
- Incorporan tecnología de VLANs, acorde a la norma IEEE 802.1q.
- Diseñados para ser integrados a cualquier tipo de Backbone IP (Fibra Óptica, xDSL, etc.).

Para un análisis acabado que permita una toma de decisiones correcta, al momento de seleccionar un proveedor de equipos, es muy importante contrastar las diferencias técnicas de los sistemas PLC en evaluación.

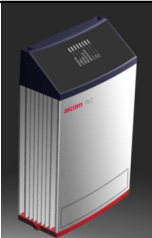



A continuación, se presenta un cuadro comparativo de los aspectos técnicos más relevantes, enfocado al sistema en general, a los equipos master y a los modems PLC.

Tabla # 19. Cuadro Comparativo del Sistema PLC.

ITEM	ASCOM	MAIN.NET	EBA	ILEVO
Modulación	GMSK c/ 7 Carriers	DSSS Espectro Extendido	OFDM c/ 1280 Carriers	OFDM c/ 1280 Carriers
Frecuencias de Operación [Mhz]	2.4 – 4.8 – 8.4 – 10.8 19.8 – 22.4 – 24.6	[1.7, 30]	[1.0, 38]	[1.0, 38]
Densidad de Potencia Espectral	-50 dBm / Hz	-50 dBm / Hz	No hay info	No hay info.
Tasa de Error de Paquetes	$\leq 10^{-5}$	$\leq 10^{-7}$	$\leq 10^{-6}$	$\leq 10^{-6}$
Delay entre Master - Slave	25 ms	10 ms	10 ms	3 ms
Throughput máximo actual	4,5 Mbps Simétrico	2,4 Mbps Simétrico	45 Mbps 27 Downstream 18 Upstream	45 Mbps 27 Downstream 18 Upstream
Duplex	Half Duplex	Half Duplex	Full Duplex	Full Duplex
Throughput esperado (Q1 - 2004)	50 Mbps	45 Mbps	200 Mbps	200 Mbps
Prototipos en MT	Si	Si	Si	Si
Quality of Service (802.1p)	BW por usuario	BW por usuario	BW por usuario Control de Latencia	BW por usuario Control de Latencia
SNMP	SNMPv2	SNMPv2	SNMPv2	SNMPv2
VLAN Tagging	802.1q	802.1q	802.1q	802.1q
Uso de Repetidores	Si	Si	Si	Si
Cantidad máx. de Repetidores en Serie	1	Sin Límite Recomendado: <5 Units	Sin información	Sin información
Sistema de Management de Desarrollo Propio	No, pero facilitan la integración a SNMPc de Castlerock	Si	Si	No, pero utilizan íntegramente a Jeiser Servicom
Standards de desarrollo para los productos	EN 60950 EN 55022 (standby) EN 55024 EN61000-4-5 EN 60950, CE IEC664-1	EN60950 EN50081 EN55024 UL1950	No hay info	CE approved IEC 61334-3-22 IEC 60870-2-2 Class D1
Standards de Radiación Electromagnética	NB30	NB30	No hay info	No hay info

Fuente: Elaboración Propia, en base a la información entregada por los proveedores.

Tabla # 20. Cuadro Comparativo de los Equipos Master (*Master Units*)

ITEM	ASCOM	MAIN.NET	EBA	ILEVO
Denominación	Outdoor Master (OM)	Concentrador Unit (CuPLUS)	Head End (HE)	Transformer Premises Equipment (TPE)
Cobertura Máxima en condiciones óptimas	300 mts.	300 mts.	300 mts.	400 mts.
Cantidad máxima de Slaves	63	Sin límite (Recomendado 50 Units)	254	63
Layer de Operación	Layer 2: Bridging	Layer 2: Bridging	Layer 3: Bridging and Routing	Layer 3: Bridging and Routing
Puerta de Uplink	RJ-45	RJ-45	Slot PCI Disponible: - ADSL, Cable Modem - Fibra Óptica, UTP	RJ-45
Puerta de Consola	RJ-45	DB9 (Interna)	(sin información)	RJ-45
Puerta Serial (AMR)	Si	Si	(sin información)	(sin información)
Alimentación Eléctrica	230 VAC 48 – 63 Hz	85 – 250 VAC 48 – 63 Hz	230 VAC 48 – 63 Hz	230/400 VAC 48 – 63 Hz
Consumo eléctrico	15 Watts	6 Watts	43 Watts	(sin información)
Temperatura de Operación	0° a 45° C	-30° a 50° C	0° a 50° C	-44° a 55° C
Humedad	95 % (sin condensación)	80%	5% a 90%	95 % (sin condensación)
Dimensiones	280x240x70 mm	222x170x55 mm	235x100x195 mm	400x140x50 mm
Peso	0,8 Kg.	0,78 Kg.	3,5 Kg.	3 Kg.
Fases de Acople	3 Fases + N + T	1 Fase + N + T	3 Fases + N + T	3 Fases + N + T
Accesorios de Acople	Ferritas, Condensadores	No Disponible	Ferritas, Pinzas, Accesorios varios	Ferritas, Pinzas, Accesorios varios
Fotografía				

Fuente: Elaboración Propia, en base a la información entregada por los proveedores.

Tabla # 21. Cuadro Comparativo de los Equipos Esclavos (*Slave Units*)

ITEM	ASCOM	MAIN.NET	EBA	ILEVO
Denominación	Indoor / Outdoor Adapter	Network Termination Unit (NtPlus)	Customer Premises Equipment (CPE)	Customer Premises Equipment (CPE)
Delay entre Master - Slave	25 ms	20 ms	< 10 ms	< 10 ms
Integración a la Red	DHCP	DHCP	DHCP	DHCP
Redundancia Automática	No	Si (Cu Hopping)	No hay info.	No hay info.
Cantidad máx. de Puertas RJ-45 Eth 10BaseT	1	1	3 (Switch incluido)	2 (Switch incluido)
Cantidad máx. de Puertas USB v1.1	1	1	1	1
Cantidad máx. de Puertas A/B RJ-11	2	1	1	1
Consumo Eléctrico	5 Watts	6 Watts	No hay info.	No hay info.
Humedad	95 % (sin condensación)	80%	10% a 90%	10% a 90%
Dimensiones	218x138x50mm	222x170x55 mm	181x180x50 mm	84x195x185 mm
Peso	0.5 Kg.	0.78 Kg.	0.70 Kg.	0.85 Kg.
Fotografía				

Fuente: Elaboración Propia, en base a la información entregada por los proveedores.

6.7.- Selección de la Plataforma.

De acuerdo al análisis presentado anteriormente, y a los antecedentes recopilados para este estudio, el proveedor seleccionado es ILEVO AB, debido a las siguientes razones:

- Ofrece un ancho de banda suficiente (45 Mbps) y baja pérdida de paquetes ($\leq 10^{-6}$)
- La cobertura nominal del sistema: 400 mts. (depende de la topología de la red eléctrica).
- OFDM garantiza que el sistema es robusto frente a interferencia.
- Integra un *Chipset* DS2
- Cumple con todos los requisitos técnicos a nivel de *Internetworking*.
- El método de acople de señal es compatible con las redes de CGE.
- Ofrece un sistema de administración poderoso y amigable al usuario (*Software Jeiser*)
- Los equipos de infraestructura (TPE e IR) vienen listos para ser instalados, sin necesidad de integrar piezas adicionales (menores costos de instalación)
- Los Modems son *Plug-and-play*, tienen un diseño adecuado y ofrecen interfaces RJ-45 o USB como medio de conexión.
- Ileva posee un sólido respaldo financiero por parte de Ericsson
- Ileva posee proyectos de gran escala en Europa
- Ileva define objetivos estratégicos claros y ha demostrado saber cumplir con las metas planteadas (*información confidencial*)

Luego de comparar los 43 atributos listados en las tablas anteriores, en base a un riguroso análisis técnico, los argumentos presentados anteriormente, demuestran que Ileva AB es el proveedor de equipos PLC que más se adecúa a las necesidades de este proyecto. Sin duda, esta tecnología cumple con los requisitos expuestos inicialmente en este capítulo.

En el desarrollo siguiente de este estudio, se considerará la solución de Ileva como tecnología base para el análisis técnico.

6.8.- Otros Proveedores de Equipos PLC

Además de los fabricantes de Sistemas PLC como alternativa de negocio para empresas eléctricas, existen soluciones PLC orientadas únicamente al *Home Networking* o Redes Hogareñas, llamadas generalmente “*Last Fool*”, ya que son el último paso antes del PC del usuario. Este tipo de equipos, permite “levantar” una Red Hogareña, sin necesidad de instalar cableado UTP, ya que obviamente utiliza el cableado eléctrico como medio de transporte de información.

La cobertura de estos equipos está muy por debajo del *performance* de los equipos ASCOM, Main.net o DS2, pero permiten sin problemas interconectar equipos dentro de una casa pequeña (250 mts²), como una manera de extender la señal del Cable MODEM o ADSL.

Estos equipos son generalmente monofásicos y utilizan modulación OFDM. Además, no se tiene certeza de su operabilidad en presencia de Sistemas PLC ASCOM, MAIN.NET o DS2. Ofrecen muy poca cobertura, ya que han sido concebidos para a redes de tipo “in-Home”.

A continuación se presenta un listado de fabricantes de este tipo de equipamiento:

<http://www.asokausa.com> (Línea de Productos Powerline Home Networking)

<http://www.gigafast.com> (Productos Homeplug) Homeplug USB Adapter & Homeplug Ethernet Bridge)

<http://www.stt.com> (Productos Powerline: Ethernet Bridge M51, USB Adapter U21, NIC Adapter P11)

<http://www.netgear.com> (Productos Powerline)

<http://www.corinex.com> (Línea de Productos Corinex PowerNet)

<http://www.phonex.com> (Línea de Productos Neverwire 14 y Wireless Jack for Modems)

<http://www.linksys.com> (Línea de Productos Instant Powerline)

<http://www.dlink.com> (Línea de Productos Powerline)

ANÁLISIS LEGAL



7.- ANÁLISIS LEGAL

7.1.- Legislación Vigente

Debido a que la operación del Proyecto PLC produce una convergencia entre el negocio eléctrico y la industria de las telecomunicaciones, desde el punto de vista legal, se debe considerar que tanto la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel) como la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (S.E.C.) estarán vigilando el actuar de la empresa. La Subtel, en relación a las concesiones y permisos para utilizar tecnología y la SEC vigilará los ingresos de explotación de la empresa eléctrica considerando la nueva alternativa de rentabilidad sobre los activos ya existentes.

7.1.1.- Subsecretaría de Telecomunicaciones

La Subsecretaría de Telecomunicaciones tiene como misión promover el acceso a los servicios de telecomunicaciones a calidad y precios adecuados, contribuyendo a impulsar el desarrollo económico y a mejorar la calidad de vida de la población. Lo anterior, mediante la definición y aplicación de políticas y reglamentos que estimulen el desarrollo de las telecomunicaciones, en un ambiente de sana competencia y creando los incentivos necesarios para satisfacer los requerimientos de todos los sectores.

7.1.1.1.- Marco Regulatorio relacionado con las Telecomunicaciones

Para los efectos de análisis del marco regulatorio aplicable, corresponde diferenciar el servicio Internet del servicio de acceso a Internet.

En este contexto cabe observar que, en Chile, el servicio Internet no se encuentra regulado en lo que se refiere a los contenidos que a través de este servicio se entregan a los usuarios, existiendo solamente regulaciones generales que son aplicables al servicio de acceso a Internet.

El servicio de acceso a Internet, por su naturaleza, queda enmarcado dentro del artículo 1° de la Ley 18.168, General de Telecomunicaciones, en adelante la ley, que define telecomunicación como: “Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes o sonidos e informaciones de cualquier naturaleza, por línea física, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.”

En consecuencia, el servicio de acceso a Internet queda comprendido dentro del ámbito de aplicación de la ley y sus reglamentos. En este sentido, cabe tener presente que de conformidad a lo dispuesto en el artículo 6° de la misma ley, corresponde al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, la aplicación y control de la ley y sus reglamentos. Asimismo, de conformidad a lo dispuesto en el inciso segundo del artículo 7° de la ley, corresponde al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones la protección de los derechos del usuario, sin perjuicio de las acciones judiciales y administrativas a que éstos tengan derecho. En este contexto, se ha sostenido por parte de la autoridad reguladora, en atención a la facultad de interpretar técnicamente las disposiciones legales y reglamentarias que rigen las telecomunicaciones, que los servicios de acceso a Internet conmutados pueden ser provistos de manera complementaria a las redes públicas, en cuyo caso le son aplicables, para efectos de su relación con las concesionarias de servicios públicos y los suscriptores y usuarios de estos, el artículo 8° de la ley.

Por otra parte, en el caso de prestarse los servicios de acceso a Internet en la modalidad dedicada, si utiliza medios de concesionarios o permisionarios de servicios de telecomunicaciones, como es la práctica usual, no se requiere, para instalar, operar y explotar estos servicios, de autorización alguna por parte de la autoridad reguladora, sin perjuicio de las regulaciones existentes en torno al suministro de medios. Con el objeto de eliminar una distorsión de mercado, y al observar la autoridad que no existía una solución natural del mercado que conectara a todos los ISPs nacionales de manera eficiente, se forzó tal situación mediante el dictamen, en octubre de 1999, de la resolución exenta N°1.483, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones. La referida norma técnica para el intercambio de tráfico nacional de Internet, obliga a todos los ISPs a solicitar y aceptar conexiones con cada uno de los ISPs restantes, superando de esa forma, la ineficiencia que ocurría como resultado de que usuarios nacionales que deseaban acceder a contenidos locales situados en otro ISP nacional, debían acceder a través de una conexión indirecta, vía

otros países, reduciendo la calidad del servicio y desperdiciándose recursos por la necesidad de usar enlaces internacionales para enrutar tráfico entre dos ISPs nacionales. Por otra parte, esa situación se transformaba en una fuente de discriminación para los usuarios y de limitación para el desarrollo de mercado de ISPs, ya que los usuarios que tenían contratado el servicio con ISPs interconectados podían efectuar sus comunicaciones en forma más rápida, en tanto que los otros sufrían conexiones lentas y de mala calidad.

Mediante la implantación de esta normativa, que establece un mínimo de capacidad de conexión de 2 Mbps, se ha superado de manera importante la ineficiencia señalada. Por otra parte, la misma norma técnica señala que se establecerá un sistema de indicadores de calidad de las conexiones orientadas a proporcionar una mayor transparencia a este mercado y a promover su autorregulación, normativa que, actualmente, la Subsecretaría de Telecomunicaciones se encuentra preparando.

7.1.1.2.- Espectro Radio Eléctrico

A la fecha de este estudio, en Chile no existe normativa que impida el uso de PLC, en términos globales. Sin embargo, de acuerdo al tipo de frecuencias utilizadas por los sistemas PLC, es muy probable que la Subsecretaría de Telecomunicaciones se sienta en la obligación de generar la reglamentación correspondiente, ya que estas se superponen con las frecuencias de muchos servicios ya establecidos, pero dado que los niveles de potencia de transmisión son sumamente bajos y no causan perturbaciones en el medio ambiente, estos efectos pasarán desapercibidos. Tarde o temprano, se regularizará el uso de estos artefactos, y es probable que Chile adopte la exigente norma NB 30 de la comunidad europea, que limita la magnitud del campo electromagnético generado por una señal de alta frecuencia. En este caso, se deberá considerar como un requisito en las especificaciones técnicas de los equipos PLC, que cumplan con esta normativa.

7.1.1.3.- Cancelación de contratos de servicios de acceso

En Chile, una práctica habitual es para los proveedores de acceso a Internet, informar mal a sus clientes sobre el proceso que deben seguir para desconectarse del servicio: todos exigen un plazo mínimo de permanencia superior al que establece la ley.

El artículo 44 del Reglamento del Servicio Público Telefónico dice: *“el suscriptor podrá poner término al contrato de suministro, local o móvil, previo aviso, por escrito, a la compañía telefónica correspondiente. La compañía telefónica deberá poner término al suministro del servicio dentro del plazo de 10 días a contar del requerimiento”*.

Si bien no especifica a Internet, el mismo subsecretario de Telecomunicaciones, Christian Nicolai, afirmó durante el segundo semestre del año 2002 en una entrevista a *El Mercurio*, que esta norma era aplicable para cualquier servicio de telecomunicaciones, e incluyó expresamente el de acceso a Internet.

Pese a que la norma es explícita en la exigencia de sólo diez días, la información que entregan las compañías a sus clientes es que su contrato les exige permanecer con el servicio por hasta 12 meses.

Compañías como VTR y Metrópolis Intercom, son las que ofrecen menos trabas de este tipo, ya que piden sólo avisar con un mes de anticipación para solicitar la desconexión. Terra (ISP de Telefónica CTC), a su vez, aumenta la permanencia mínima a seis meses. Luego, ENTEL, Chile.com y Emol.com, piden doce meses, y aclaran que se debe a las estipulaciones del contrato, y que, por lo tanto, el cliente es el que opta por este tipo de servicios. El caso de Manquehue Net es particular. Ofrece dos modalidades: un valor si es que se pacta el servicio a un plazo indefinido, con un mes de anticipación para desconectarse, y otro precio más bajo si es que se programa por doce meses.

Lo grave de incluir restricciones de término en los contratos, es que incorpora barreras de salida al cliente, las que justamente la ley se preocupó de impedir, y con ellas dificulta la libre competencia en este mercado.

7.1.2.- Superintendencia de Electricidad y Combustibles

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles es un servicio funcionalmente descentralizado, que se relaciona con el Gobierno por intermedio del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Su misión es vigilar la adecuada operación de los servicios de electricidad, gas y combustible, en términos de su seguridad, calidad y precio. Su objetivo es fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias, y normas técnicas sobre generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad, para verificar que la calidad de los servicios que se presten a los usuarios sea la señalada en dichas disposiciones y normas técnicas, y que las antes citadas operaciones y el uso de los recursos energéticos no constituyan peligro para las personas o cosas.

7.1.2.1.- Restricciones legales para el uso de PLC

A fines del año 2002, ENTEL solicitó al tribunal de libre competencia que definiera las condiciones bajo las cuales Enersis podría operar como empresa de telecomunicaciones, utilizando sus redes eléctricas junto a la tecnología PLC, considerando que su filial Chilectra, tenía una presencia monopólica en el sector geográfico de la región metropolitana, desde el punto de vista de la distribución eléctrica.

A comienzos del mes de Abril de 2003, la Comisión Resolutiva notificó a Enersis que no tiene impedimento para participar en el mercado de las telecomunicaciones a través de la tecnología PLC, bajo el modelo de negocios planteado por Enersis, denominado “*Carrier de Carriers*”, que consiste en construir una red de telecomunicaciones para que terceros operadores presten servicios a usuarios finales, considerando el servicio de banda ancha y telefonía IP. **Incluso, la comisión consideró que el acceso al usuario final por parte de la empresa eléctrica no era contrario a la libre competencia, si los servicios son prestados por una filial del grupo.**

ANÁLISIS ESTRATÉGICO

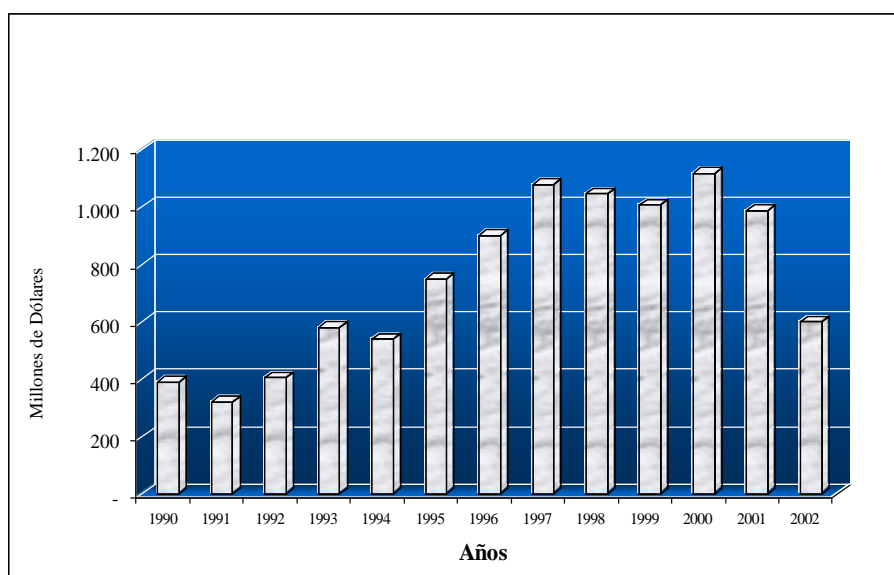


8.- ANÁLISIS ESTRATÉGICO

8.1.- Industria de las Telecomunicaciones en Chile

Hasta mediados de la década de los noventa, la inversión en telecomunicaciones tendió a concentrarse en inversiones en redes de telefonía fija y de larga distancia. A partir de entonces, se han incorporado importantes inversiones en telefonía inalámbrica, así como también en nuevas redes de larga distancia en respuesta a la liberalización del mercado. Recientemente, a la inversión en las redes tradicionales se ha comenzado a agregar inversión para el desarrollo de la infraestructura para los servicios de banda ancha. Durante el año 2000 la inversión del sector telecomunicaciones alcanzó alrededor de US\$ 1.120 millones, representando cerca del 8% de la Inversión agregada del país. Una cifra cercana al 40% de la inversión en telecomunicaciones contribuyó al desarrollo de infraestructura de servicios de telefonía móvil.

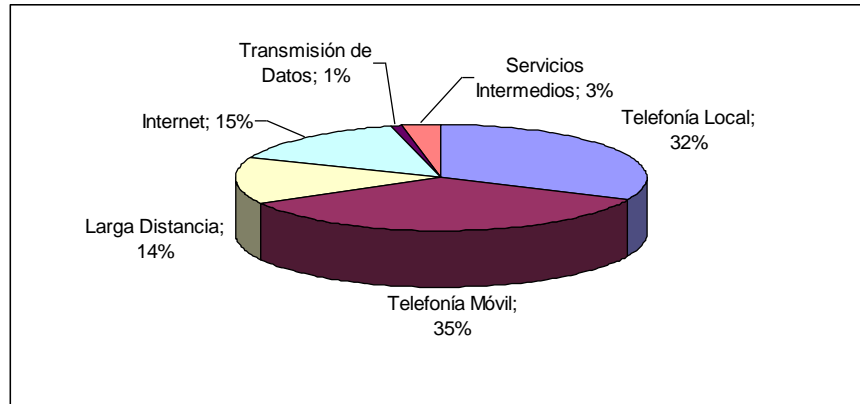
Grafico # 1. Evolución de la Inversión en la Industria de las Telecomunicaciones



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

El resto de la inversión se originó en proyectos de redes locales y de larga distancia, así como en proyectos relacionados con el desarrollo de redes de fibra óptica y cable submarino, los que explican algo más del 10% de la inversión total. La inversión en el segmento local se destinó principalmente al desarrollo de infraestructura, contribuyendo a la ampliación de áreas de servicio de compañías emergentes y a la introducción de tecnologías de servicios de banda ancha, como ADSL. A su vez, la inversión en redes de larga distancia, contribuyó a la expansión de la capacidad del *Backbone* nacional. El siguiente gráfico muestra la distribución de la inversión durante el año 2002, referente a la industria de las telecomunicaciones en Chile.

Grafico # 2. Distribución de la Inversión en la Industria de las Telecomunicaciones – Año 2002



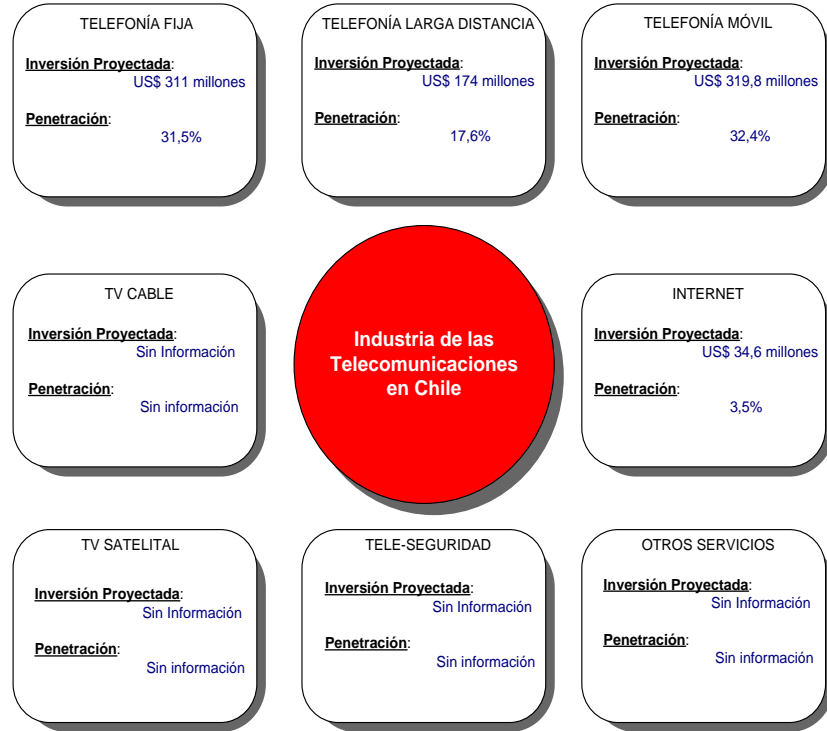
Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

El mercado Chileno de las Telecomunicaciones puede caracterizarse brevemente en los siguientes puntos:

- Es una de los mercados más liberalizados del mundo
- Existe competencia en todos los segmentos de mercado y áreas de negocio
- Completamente privatizado desde 1988
- Socios estratégicos extranjeros presentes en todos los segmentos de mercado y áreas de negocio
- Existencia de fusiones y adquisiciones en empresas de la industria
- Interconexión obligatoria entre los *carriers* e *ISPs*
- Regulación de tarifas para negocios no competitivos
- Competencia promovida por el regulador
- Industria altamente dinámica
- Industria pionera en la introducción de nuevas tecnologías en Latinoamérica

A continuación, la figura siguiente muestra un esquema de la situación actual del mercado de las Telecomunicaciones en Chile.

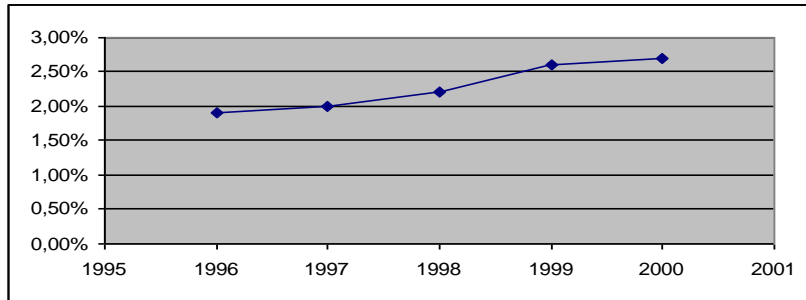
Figura # 53. Resumen de actividad en la Industria de las Telecomunicaciones en Chile.



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

La participación de la industria de las Telecomunicaciones en el PIB, como se observa en el siguiente gráfico, ha mantenido una tendencia creciente, pasando desde una participación del 1,9% en 1996, a un 2,7% en el año 2000, constituyéndose en uno de las industrias más dinámicas de la economía nacional.

Gráfico # 3. Participación de la Industria de las Telecomunicaciones en el PIB



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

8.1.1.- Tendencias a corto y mediano plazo

La industria de telecomunicaciones ha puesto la mira en el desarrollo de servicios de valor agregado. Ya es un hecho que para este año la inversión proyectada registrará un severo ajuste de a lo menos un 40%, puesto que según datos entregados por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, la cifra estará en torno a los US\$ 600 millones y según los operadores del mercado esta situación se repetiría el año que viene.

En medio de este escenario previsto para el próximo año (2004) todos están apostando por rentabilizar sus redes o bien migrar hacia tecnologías que les permitan incursionar en lo que han denominado "servicios de valor agregado", que en su mayoría tienen relación con los servicios de banda ancha que permiten la transmisión de datos a alta velocidad. De la mano de estas prestaciones se trabaja en toda una política para mejorar la atención a los clientes pues tienen claro que tanto en el área móvil como fija, y en los segmentos residencial y de empresas, la competencia es fuerte y no están las cosas para situar la pelea sólo en la entrega de un servicio más barato.

Como primer paso, la mayoría de las compañías ya realizaron este año ajustes organizacionales con el objetivo de alcanzar mayores niveles de eficiencia y menores costos en 2004. Fueron los casos de Telefónica CTC Chile, Entel, Manquehue.Net y Telefónica del Sur. Bajo este contexto, los negocios que seguirán situándose con las más altas tasas de crecimiento son la telefonía móvil y la transmisión de datos en el área de empresas.

8.1.1.1.- Reducción de costos mediante la reestructuración de las organizaciones

Dentro de las compañías que realizaron importantes cambios en este sentido, se encuentra Telefónica CTC Chile, Telefónica del Sur, Manquehue Net, ENTEL y la empresa Telex Chile S.A.

Manquehue Net atravesó por un proceso de reestructuración financiera y organizacional lo cual significó una reestructuración de pasivos de US\$ 24 millones, mediante la reprogramación de la deuda y una reducción de personal. La reestructuración tuvo como objetivo reenfocar el negocio y realizar un adecuado control de costos, estableciendo como estrategia, potenciar la actual infraestructura y rentabilizar a los clientes, posicionándose como una compañía de nicho, concentrada en aquellos usuarios que entregan mayor rentabilidad por línea, es decir en el segmento de altos ingresos. A su vez, durante el año 2002, hubo cambios en la propiedad de la compañía con la salida de Nacional Gris que poseía el 30% de la totalidad de ésta, se incorpora *Capital Trust* con el 19,14% de la propiedad de Manquehue Net. El saldo, se encuentra distribuida en Williams Communications quien en definitiva aumentó su participación desde 16,46% a un 23,52%, Metrogas con un 25,54% Xycom quien también aumentó su participación desde un 6,77% a un 12,67%, para terminar con la familia Rabat, quien posee un 19,3%.

Como una forma de ajustarse a las condiciones de mercado, ENTEL llevó a cabo durante el año 2002 una reestructuración interna, la que involucró aquellas áreas de negocios maduras, es decir, el segmento de larga distancia, telefonía fija y la transmisión de datos. La reorganización de la unidad comercial de la matriz de ENTEL, se efectuó mediante la readecuación de sus dotaciones y operaciones con objetivos de eficiencia y competitividad, lo que significó una reducción en la dotación de 550 trabajadores. Esta operación tuvo un costo de US\$ 10 millones debido al pago de indemnizaciones a sus ex empleados, lo que a su vez le implicará un ahorro de US\$6 millones anuales en remuneraciones

La empresa Telex Chile S.A. atravesó durante el año 2002 un proceso de saneamiento financiero con el fin de enfrentar la quiebra, mediante la reestructuración y capitalización de la compañía. Esta última se llevó a cabo mediante la renegociación de la deuda, una Oferta Pública de Acciones por el 28,7% de la propiedad en acciones y un aumento de capital por aproximadamente US\$ 370 millones, operación realizada por la sociedad *Connected*, integrada por GE Capital, *Southern Cross*. Producto de este proceso, el fondo de inversión logró tomar el control de un porcentaje cercano al 90% de la propiedad de la empresa, incrementando en un 79,4% su valor. Como parte del proceso de reestructuración y como forma de generar un cambio de imagen, la empresa adoptó el nombre de Chilesat Corp., la cual será el holding que manejará las filiales de larga distancia, servicios empresariales e Internet. Por último la compañía explotará la concesión de servicio público telefónico, la cual se encuentra orientada esencialmente al mercado corporativo.

En cuanto a Telefónica del Sur, esta se orientó a la reestructuración interna de sus operaciones, lo cual significó la incorporación de una mayor cantidad de tecnología e informática a sus actividades y la reducción de personal en 75 empleados. La búsqueda de la eficiencia en los procesos internos implicó el

fortalecimiento de algunos negocios, como potenciar el desarrollo de la banda ancha a través de la tecnología ADSL.

8.1.2.- Integración

En la misma línea de tratar de satisfacer al máximo a sus clientes, algunos operadores están apostando a alianzas comerciales. Es el caso de VTR GlobalCom (filial de la estadounidense United GlobalCom), que además de seguir fortaleciendo durante el 2003 la integración de sus tres productos ancla (Televisión por cable, Telefonía básica y Banda Ancha) entre la base actual de clientes que llega a 680 mil, tiene pensado establecer alianzas con operadores móviles para “interactuar” entre ambos mundos.

Al interior de la compañía hablan de una “integración multiplataforma” que hará que exista una conveniencia de servicios como por ejemplo el que los teléfonos móviles muestren cuando llega un mensaje al correo electrónico ligado a la red fija. El motor que mueve esta idea es cómo lograr conectar las funcionalidades que presta la movilidad de un teléfono con las que presta un servicio de banda ancha asociada al teléfono fijo.

Algo similar pensó Telefónica CTC cuando lanzó la campaña comercial junto a Metrópolis Intercom, puesto que la idea era también integrar productos como televisión por cable, banda ancha y servicio telefónica en un mismo paquete.

8.1.3.- Telefonía Fija

Para el segmento fijo se espera una menor tasa de expansión para este año de sólo 0,5%, y se espera que en 2003 la situación no cambie. Por esa razón, los esfuerzos de los operadores muestran un giro, pasando de apostar por un foco expansivo en redes a uno de “aprovechar lo que se tiene”.

Se apostará fuerte en entregar conexiones de banda ancha ya sea a través de la tecnología ADSL o cable, que permiten entregar servicios de transmisión de datos a un menor costo y a mayor velocidad utilizando la misma red de telefonía básica.

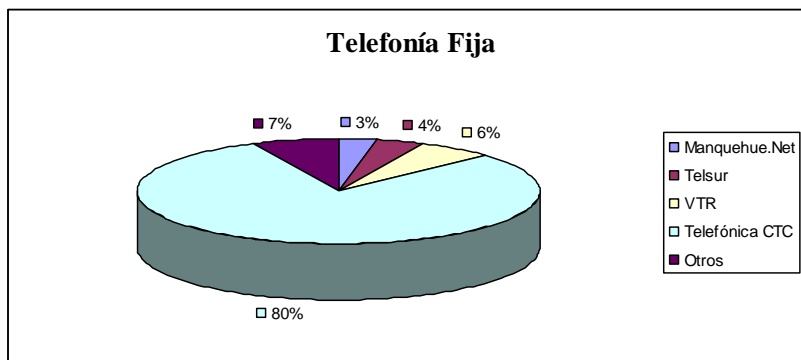
Es el caso de Telefónica del Sur que de hecho, desistió de la idea de incursionar en 2003 en la telefonía fija inalámbrica (WLL), destinando todos sus esfuerzos comerciales a aumentar el número de clientes conectados en banda ancha, que actualmente no supera los 10 mil.

Luego de que se tomara la decisión de paralizar el proyecto de WLL, la empresa optó por el desarrollo de la banda ancha, pero utilizando la infraestructura ya existente a través de la tecnología de ADSL, esto les permite rentabilizar la red actual y redestinar a este nuevo reenfoque comercial parte de los US\$ 15 millones que tenían pensados destinar al WLL.

Similar tendencia están siguiendo en Manquehue Net, puesto que luego de paralizar el fuerte plan de expansión que tenían contemplado desarrollar durante el año 2002, han definido fortalecer los servicios como Internet de alta velocidad que pueden prestar a través del ADSL.

De hecho, los servicios de valor agregado dieron el impulso necesario a los ingresos de Telefónica CTC Chile en sus resultados del primer trimestre de 2002 y evitar así un decrecimiento del negocio. Por un lado, dio él vamos al negocio de banda ancha a través de su filial Speedy mientras que a través de su subsidiaria Telemergencia ha estado desarrollando una serie de servicios de asistencia para el hogar. La idea, según explican en la compañía, es pasar de un concepto de monoproducción, ligado solamente a la transmisión de voz, a uno de multiproducción que permita “facilitar la vida” a sus clientes, por lo que el objetivo es satisfacer todas sus necesidades a través de un exhaustivo proceso de conocimiento de estos.

Grafico # 4. Participación de Mercado en Redes de Datos



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

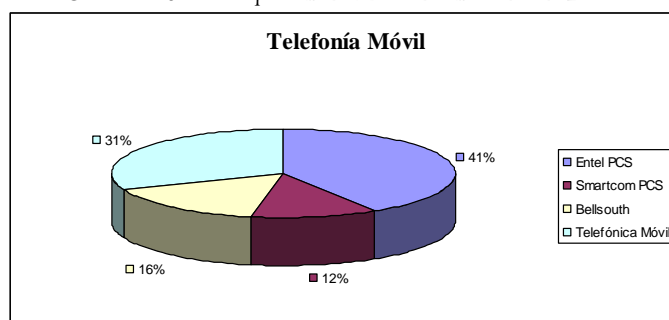
8.1.4.- Telefonía Móvil

Si de servicios de valor agregado se trata, en telefonía móvil es una palabra que está en boca de todos los operadores al minuto de hablar de estrategia comercial. Es el caso de Entel PCS que ha definido dentro de su estrategia 2003 el mantener su "liderazgo" (actualmente acapara más del 40% del mercado), a través de la innovación tecnológica y el desarrollo de servicios de valor agregado para sus clientes. Para esto la compañía centrará su plan de negocios en el desarrollo de servicios de uso cotidiano orientados a "cambiar la manera en que se utiliza el teléfono móvil". Entel PCS visualiza esto en un contexto de mercado más maduro, en el que los operadores deben buscar nuevas maneras para rentabilizar sus inversiones.

Smartcom PCS (Filial de telecomunicaciones de Endesa España en Latinoamérica) si bien está destinando parte importante de su esfuerzo comercial a posicionarse como "líder" en la transmisión de datos a alta velocidad en telefonía, aún asegura que mientras exista espacio en el mercado continuará con las ya conocidas ofertas agresivas de precios orientadas a aportar un mayor número de clientes. No obstante, reconocen que ya es tiempo de destinar más recursos a la fidelización de clientes para lo cual también ve como un gancho fundamental los servicios de valor agregado.

Algo más reacio a esta tendencia de la transmisión de datos es Bellsouth. La empresa advierte que no hay que olvidar que la transmisión de voz es el negocio esencial del mercado móvil, por lo que "no hay que entusiasmarse con otras cosas". En este sentido, si bien la compañía prestará servicios asociados a la transmisión de datos a alta velocidad, durante el segundo semestre de 2003 (una vez que tenga lista su red CDMA), hace hincapié en que sus servicios de valor agregado estarán relacionados con aspectos menos sofisticados como la asistencia de búsqueda de calles, servicios al hogar o el que las facturas lleguen a tiempo.

Grafico # 5. Participación de Mercado en Redes de Datos



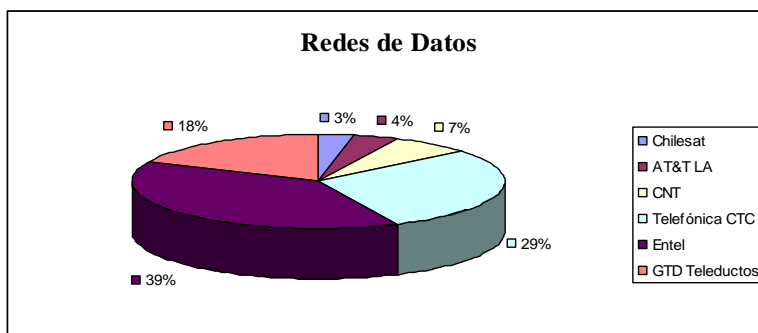
Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

8.1.5.- Redes de Datos

Cómo uno de los puntos clave en el desarrollo de la industria a mediano plazo se perfila el negocio de datos, que no es más que la transmisión de datos, a través de redes MAN o WAN,

principalmente entre empresas. Y es uno de los mercados más competitivos que se visualiza para 2003 y con grandes proyecciones de crecimiento. Por lo mismo, empresas como Chilesat, Entel, GTD Teleductos, Telefónica Data y AT&T Latin America están trabajando fuerte en esta área. Y no sólo ellos, pues para el próximo año ya se sabe que ingresarán nuevos operadores como la estadounidense Spring y Embratel, que en la búsqueda de entregar soluciones integrales a sus clientes han anunciado operaciones en Chile.

Grafico # 6. Participación de Mercado en Redes de Datos



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

8.1.6.- Estrategias Competitivas de las principales empresas de la industria

A continuación se presenta un listado de las estrategias planteadas por los principales operadores de la industria:

Empresa Nacional de Telecomunicaciones S.A. (ENTEL)

- En el negocio móvil pretende mantener “liderazgo” de la empresa a través de la innovación tecnológica y el desarrollo de servicios de valor agregado.
- En el área de datos e Internet la idea es seguir concentrado esfuerzos en la búsqueda de tráficos y clientes.
- El desafío es seguir abordando el mercado de banda ancha a través de la tecnología WLL y ADSL, que es donde visualiza un importante potencial de crecimiento.

Telefónica CTC Chile S.A.

- Estima que atención al cliente marcará la diferencia.
- Negocio móvil y de datos seguirá registrando las mayores tasas de crecimiento
- Entre 2002 y 2004 destinará US\$ 150 millones para desarrollar proyecto de telefonía móvil que le permitirá entregar servicios de transmisión de datos a alta velocidad con tecnología GSM.
- En el segmento de telefonía fija realizará esfuerzos de “mantención” y se abocará a rentabilizar su base instalada.

Empresa Nacional de Teléfonos S.A. (Telefónica del Sur)

- Parte importante de su inversión será destinada al desarrollo de la banda ancha utilizando la infraestructura ya existente a través de la tecnología de ADSL.
- Otro negocio que han decidido impulsar es la filial de *Call Center*. El plan contempla migrar hacia un *Contact Center* y para poder prestar servicios de outsourcing a sus clientes corporativos. Inversión asociada a esto se sitúa en torno al US\$ 1 millón.

VTR GlobalCom S.A.

- Prevé establecer alianzas con empresas móviles para lograr integración multiplataforma y ofrecer servicios de valor agregado a sus clientes.
- Incursionará en segmento de profesionales y pequeñas empresas de servicios con entrega de productos segmentado.
- Continuará incrementando penetración de sus tres productos ancla –televisión por cable, banda ancha y telefonía fija- entre su base actual de clientes que alcanza los 680 mil.

SmartCom PCS S.A.

- Pretende ser considerado como “pionero” en la entrega de servicios de Internet móvil de alta velocidad cuyo foco es el segmento corporativo. Este proyecto implicará un desembolso de unos US\$ 10 millones durante 2003.
- Mientras exista espacio continuarán con agresiva estrategia de captación de clientes y ser el tercer operador móvil.
- Visualiza que el 2003 la competencia será más compleja con los servicios de valor agregado.

BellSouth Comunicaciones S.A.

- Considera que el negocio esencial de la telefonía móvil es la transmisión de voz. Visualiza que transmisión de mensajes cortos va a ir creciendo y podrá llegar a representar - dependiendo de los precios- un 5% o hasta un 10% de la facturación.
- En el segundo semestre de 2003 contempla prestar servicios de transmisión de datos a alta velocidad a través del despliegue de una red con tecnología CDMA.
- Fidelización de los clientes irá por la entrega de servicios más básicos como búsqueda de calles o servicios para el hogar.

Chilesat S.A.

- En el mercado local se centrará en segmento de empresas a través de la transmisión de datos por redes privadas. La estrategia que utilizará es “crecer en el mercado junto con obtener rentabilidad” por esto no empleará un plan basado en bajas de precios, sino que se focalizará en una “oferta muy atractiva” avalada por la red con que cuenta.
- En telefonía fija por el momento tienen pensado comenzar a operar su licencia en el segmento corporativo.
- A nivel internacional pretenden impulsar negocio de larga distancia comenzando en Estados Unidos.

8.2.- Mercado de Acceso a Internet

8.2.1.- Caracterización de los proveedores

El mercado de Internet en Chile comprende actualmente alrededor de 52 proveedores de servicios de acceso a Internet (ISP), algunos de éstos son filiales o empresas relacionadas a empresas de telecomunicaciones y otros independientes. Adicionalmente, un número importante de ISPs, sobre un 30% del total, son IPSs virtuales (VISP) que se caracterizan por proveer acceso conmutado a Internet, sobre la infraestructura de terceros, que pueden ser a su vez, ISPs tradicionales.

Así, es posible clasificar a los ISP en función de las relaciones de propiedad o de los medios propios empleados para la prestación del servicio.

8.2.1.1.- Relaciones de propiedad

Los ISP se pueden clasificar según su relación de propiedad con las empresas de telecomunicaciones. La existencia de integración vertical ha llevado a que la industria de telecomunicaciones se organice en torno a holdings que tienden a adoptar la estrategia de mantener una presencia en todos los segmentos del mercado, a través de filiales o empresas coligadas. De manera que la mayoría de las concesionarias de servicio público telefónico y de servicios intermedios ofrecen el servicio de acceso a Internet, ya sea a través de alguna filial o empresa coligada, o incluso como un producto de la concesionaria madre (Entel). A diferencia de otros segmentos, en los cuales se establece un conjunto de requisitos para el acceso, en el caso del mercado de Internet, la inexistencia de barreras a la entrada y los bajos costos hundidos que caracteriza la provisión de este servicio, han permitido el ingreso de numerosos proveedores que no mantienen una relación de propiedad con las compañías tradicionales. A estos últimos, se los clasifica como ISP independientes y, dado que no requieren de concesión ni de permiso de servicio limitado de telecomunicaciones, sino sólo de la autorización a que se refiere a la ley N°18.168 General de Telecomunicaciones.

8.2.1.2.- Clasificación de los ISP según la disponibilidad de medios propios: Equipos y Enlaces internacionales

Un segundo elemento que permite diferenciar a los ISP son los medios con que cuentan para la prestación del servicio. En función de estos elementos es posible clasificar a los ISP en primarios y secundarios, siendo los ISP primarios aquellos que cuentan con medios y enlaces internacionales propios o arrendados. Como parte de este conjunto de ISP se encuentran los ISP telefónicos más algunos independientes como Cybercenter y Únete.com.

En segundo lugar están los ISP que, si bien cuentan con equipos propios, no poseen enlaces internacionales, por lo que se conectan a ISP primarios a través de los cuales se realiza el tránsito al exterior. Por último, también existen ISP que no cuentan ni con equipos ni con enlaces propios, operando solamente como revendedores de los servicios prestados por ISP con mayor infraestructura.

A continuación se presenta un resumen de cobertura de los proveedores de servicio a lo largo de Chile, en modalidad de acceso conmutado y dedicado.

Tabla # 22. Proveedores de Acceso Conmutado a Internet en Chile – Año 2002

PROVEEDOR	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cantidad de Regiones reportadas por los ISP
AT&T Chile Internet														13
Chile.com														13
Chilesat														13
Chilnet														1
Cmet														5
CTC Internet														13
CyberCenter														13
El Area.com														12
Emol														12
Entel														13
GlobalCom S.A.														1
Gtd Internet														5
Huifa														6
IFX Networks														13
Inter.net														13
Interweb														1
Manquehue														1
Mapcity														11
Nivel 5														7
Psinet														13
Surnet														3
Terra														13
Tutopia														13
Uplink														12
Unet														1
Virtualia														13
CANTIDAD DE ISP POR REGIÓN	18	19	15	16	20	24	17	19	21	20	17	12	16	

Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

Tabla # 23. Proveedores de Acceso Dedicado a Internet en Chile – Año 2002

PROVEEDOR	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cantidad de Regiones reportadas por los ISP
AT&T Chile Internet					■	■			■	■	■			5
Chilesat	■	■			■	■		■	■	■				7
Cmet					■	■	■	■	■	■				5
CTC Internet	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13
CyberCenter						■								1
Emol						■								1
Entel	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13
Global One					■	■								2
GlobalCom S.A.						■								1
Gtd Internet	■	■			■	■			■					5
IFX networks														3
Impsat	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10
Inter.net						■								1
Latlink		■		■	■	■	■	■	■					7
Manquehue						■								1
Metrópolis						■								1
Nivel 5						■								1
Psinet					■	■								2
Surnet									■	■	■			3
Terra	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			9
Tutopia						■								1
Uplink						■								1
Uunet						■								1
VTR	■	■			■	■			■					5
CANTIDAD DE ISP POR REGIÓN	7	8	3	5	13	23	5	7	12	7	5	2	2	

Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

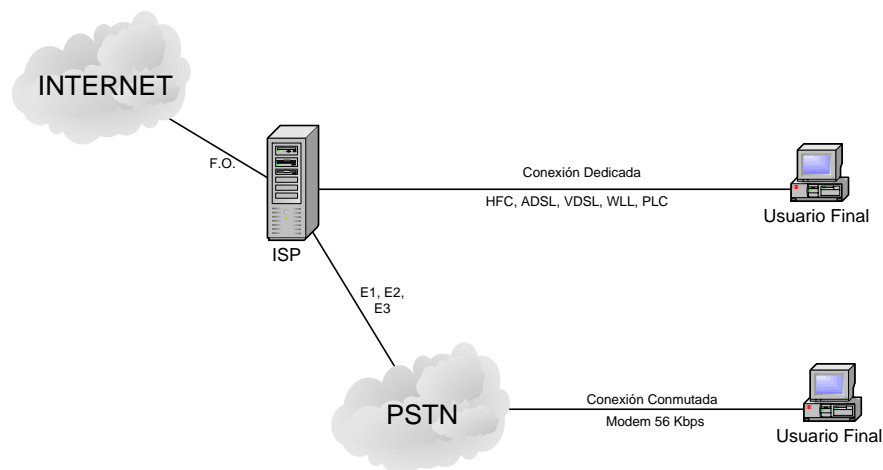
8.2.2.- Desempeño de la industria de acceso a Internet

8.2.2.1.- Cobertura

Las personas que desean conectarse a Internet pueden optar entre dos modalidades: dedicada y conmutada, las cuales se diferencian por los elementos necesarios para la prestación del servicio. En el caso de la modalidad dedicada, las conexiones son punto a punto, por lo que se necesita de un medio que permita conectar en forma directa al proveedor con el cliente, no utilizando la red pública telefónica, condición que resulta necesaria para las conexiones conmutadas.

Un esquema simplificado de los elementos involucrados en las conexiones a Internet pueden apreciarse en el siguiente gráfico.

Figura # 54. Modalidad de Conexión a Internet



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

En el caso de la modalidad dedicada, la no utilización de la red pública telefónica conmutada permite aplicar tarifas fijas, dependiendo exclusivamente del ancho de banda contratado al cual se conectan los usuarios y proveedores. La no existencia del costo variable, dado por la duración de la ocupación de las conexiones, incentiva a este tipo de usuarios a estar conectados en forma permanente a Internet, razón por la cual los ISP deben contar con todos los medios necesarios para asegurar una conexión continua. Este tipo de conexión está orientada principalmente a empresas y grandes organismos. Con la aparición del concepto de *Banda Ancha*, sustentado en tecnologías como ADSL y HFC, los usuarios de pequeñas empresas y del segmento residencial han logrado obtener conectividad de tipo dedicada entre sus equipos y su proveedor de servicios.

En el caso de las conexiones conmutadas, los usuarios se conectan con su ISP a través de la red pública telefónica, razón por la cual el costo de este tipo se descompone en un componente fijo que aplica el ISP respectivo y otro variable por el uso de la red pública telefónica, de acuerdo al régimen legal de tarifas. El primero de ellos representa el pago al proveedor de acceso a Internet, mientras que el segundo, muestra el costo del uso de la red pública telefónica.

A raíz del mayor costo que tendría el conectarse en forma permanente a Internet bajo la modalidad conmutada, los usuarios de este tipo de conexión se conectan de manera parcial, lo cual libera a los ISP de tener un número de equipos, módems y líneas telefónicas, igual al número de clientes conmutados.

El número de cuentas conmutadas contratadas experimentó un fuerte crecimiento durante el año 1999, estimándose que creció al menos en un 300%, al pasar el número de cuentas desde 75 mil a 300 mil, entre diciembre de 1998 y diciembre de 1999

8.2.2.2.- Servicios ofrecidos y planes de conexión

Las conexiones a Internet incluyen una amplia gama de servicios, como por ejemplo: casillas de correos, acceso a páginas web, mantención de páginas web, servicios de noticias, entre otros. Por lo general, se observa que los distintos proveedores ofrecen una canasta común en la cual están presentes los servicios más masivos.

Así como existe una diferenciación en función de los servicios a los cuales se puede acceder, también se puede hacer una distinción en cuanto al tiempo permitido de conexión. Los planes presentes en el mercado van desde aquellos en donde se contrata un determinado número de minutos, hasta aquellos que permiten una conexión ilimitada. Entre estos dos límites extremos están aquellos planes que permiten conectarse al usuario en un determinado horario. Sin embargo, tanto en este último caso, como en aquellos en donde se contrata un número determinado de minutos, el usuario puede conectarse fuera de horario o exceder los minutos contratados, debiendo pagar una determinada tarifa de conexión por cada minuto adicional de conexión.

Actualmente existen cinco ISPs que ofrecen acceso a Internet sin contemplar el pago del costo fijo: Chilesat, Entel Internet, Terra y Tutopia.com. La modalidad empleada para su financiamiento es principalmente un cobro por segundo de conexión superior al valor del tramo local por segundo, que corresponde al cobro variable aplicado por la gran mayoría de los ISP que mantienen el sistema de cobro de un costo fijo para el acceso y un cobro variable por el uso de la red pública telefónica.

Actualmente existe una diversidad de planes tarifarios que hacen compleja la selección del servicio por parte de los usuarios, particularmente considerando la ausencia de transparencia respecto de la calidad de los mismos. En efecto, existen planes que consideran una conexión por tiempo ilimitado, hay planes para horarios especiales, y otros que consideran la conexión gratis. Cada uno de estos planes, tienen cargos variables diferentes, los que a su vez, dependen de si el horario es normal o económico. La diversidad de modalidades de cobro que han emergido hace necesario un análisis riguroso por parte del usuario, para escoger la alternativa que mejor se adecua a su perfil de consumo de Internet.

8.2.3.- Evolución de la Industria de Acceso a Internet Banda Ancha

Según cifras de la Subtel, en Chile existen actualmente alrededor de dos millones de usuarios de Internet y sólo durante el 2000, dicha cifra creció en casi un 150%. El desarrollo ha sido explosivo y ello generó que a fines de ese año aparecieran nuevos tipos de conexión como el de banda ancha, captando aproximadamente 7.795 conexiones de alta velocidad. A fines del año 2001, esta cifra se disparó a cerca de 50 mil abonados a nivel nacional.

La Subsecretaría de Telecomunicaciones, en conjunto con los gobiernos regionales, las empresas y otros privados, están llevando adelante un proyecto de prefactibilidad denominado *Cable Austral*. La iniciativa consistiría en unir Puerto Montt con las regiones de Aisén y Magallanes a través de redes de fibra óptica, teniendo así la posibilidad de llegar con altas velocidades a Punta Arenas. El monto de la inversión se estima del orden de los US\$ 70 millones, en donde será necesario un subsidio de US\$ 10 a US\$ 20 millones. **Este proyecto busca potenciar la zona austral como oferta país para motivar inversiones y reducir la brecha digital en las regiones más extremas.**

En la zona central del país, Metrópolis Intercom partió tardíamente con la instalación de su red bidireccional a través de un sistema de banda ancha vía fibra óptica, que permitía una velocidad inicial de 160, 320 y 950 Kbps. Luego, el servicio se amplió, contando en la actualidad con velocidades de 128, 160, 256, 320, 512 y 960 Kbps, lo que transforma a Metrópolis en el operador con más alternativas de conexión del mercado. A comienzos de este año, este ISP contaba con no más de 4 mil abonados a servicios de Internet Banda Ancha, lo que indica claramente su posición de segunda categoría en relación a VTR. Esto trajo consigo que Metropolis tomara nuevas iniciativas y solo recientemente, y en operación conjunta con Telefónica CTC Chile, la empresa lanzó 2 nuevos servicios. Se trata de:

- Telefonía Básica Residencial
- Seguridad para el Hogar

Los que junto a Televisión e Internet completan la oferta de 4 servicios dentro de 1 mismo “paquete”, en donde 3 de los cuales son del tipo “Tarifa Plana”.

Por otra parte, VTR y su modelo de empresa de telecomunicaciones, se ha transformado en la más dinámica empresa de esta dura industria. En el año 2001, facturó US\$ 170 millones, los que deberán crecer un 25% a fines del 2002, si la empresa logra mantener su excelente rendimiento, mientras que las utilidades operacionales, que llegaron a US\$ 25 millones en el 2001, debieran hacerlo en un 40%. Las más de 230.000 líneas telefónicas fijas ya la transformaron en el segundo competidor de este mercado, acortando la brecha que la separa de Telefónica CTC, el ex monopolio que sobrevive como empresa dominante en el servicio telefónico. Los 40.000 clientes del servicio de Internet de Alta Velocidad la transforman por lejos en el principal proveedor residencial en el país (posición conseguida gracias a que fueron los primeros en ofrecer un servicio de Internet de Banda Ancha para hogares en Chile).

Figura # 55. Total de Abonados a los servicios de VTR.

	Dic-97	Dic-98	Ene-00	Dic-00	Dic-01	May-02
TV Cable	364.106	388.260	379.242	413.037	439.820	440.602
Telefonía	3.486	20.985	69.845	135.500	207.063	232.423
Internet	-	-	1.068	8.439	24.812	38.449

Fuente: VTR Banda Ancha S.A.

Una de los factores Clave del éxito de VTR consiste en la oferta de un “Paquete” de servicios: TV, Telefonía e Internet (2 de los cuales son de tarifa plana).

Debido a la gran aceptación de las ofertas planteadas por VTR, fue necesario que realizaran un *Upgrade* de 300% de su enlace internacional (cifra que tiene directa relación con la cantidad de clientes), de 50 Mbps a 150 Mbps, y a su vez, pasaran de un enlace Satelital a la fibra óptica submarina. Finalmente, VTR ha anunciado que hasta el año 2004, habrá realizado inversiones por US\$ 500 millones, recursos que se destinarán mayoritariamente a incrementar sus redes de cobertura.

Por otra parte, la moderna revolución inalámbrica del *Wireless Local Loop* permite llegar fácilmente al usuario final, sin necesidad de cablear las calles y reduciendo los tiempos de instalación. Por las características de WLL, la meta de ENTEL, su principal concesionaria, es tener el 50% del mercado de banda ancha. El plan de desarrollo del proyecto "*Will*" (WLL de ENTEL) a nivel nacional consta de 154 radioestaciones en forma inicial. Tras el lanzamiento, realizado el 13 de diciembre de 2001, la tecnología está disponible en las Regiones Metropolitana, Segunda, Quinta y Octava.

Pero WLL no es solamente la única tecnología inalámbrica de acceso a Internet en nuestro país. La telefonía móvil está llamada a jugar un papel de primer orden en el futuro de la banda ancha en Chile. Smartcom S.A., firmó en Agosto del 2002 un contrato de suministro con Nortel Networks, para implementar una red CDMA de alta velocidad sobre la plataforma existente, con el objetivo de permitir a sus abonados navegar por Internet a velocidades de hasta 2 Mbps.

Para los próximos años, el Centro de Estudios de la Economía Digital proyecta un rápido crecimiento de las conexiones de banda ancha, hasta superar los 300 mil o más suscriptores en 2004. Se prevé que estos niveles representarán cerca de la tercera parte de las conexiones a Internet en Chile. Las ventas del segmento, estimadas en torno a los US\$ 40 millones en 2001, llegarían a unos US\$ 300 millones en 2004, a un ritmo promedio de crecimiento superior al 90% anual. El rápido crecimiento del segmento se dará en parte a costa de las actuales conexiones conmutadas, que ya iniciaron un proceso de migración hacia mayores velocidades de transmisión.

Este fenómeno, irá obviamente asociado a la madurez de Internet en Chile y a la mayor competencia entre las diferentes tecnologías de acceso y las operadoras (ISPs), lo que redundará en bajas de precios a mediano plazo.

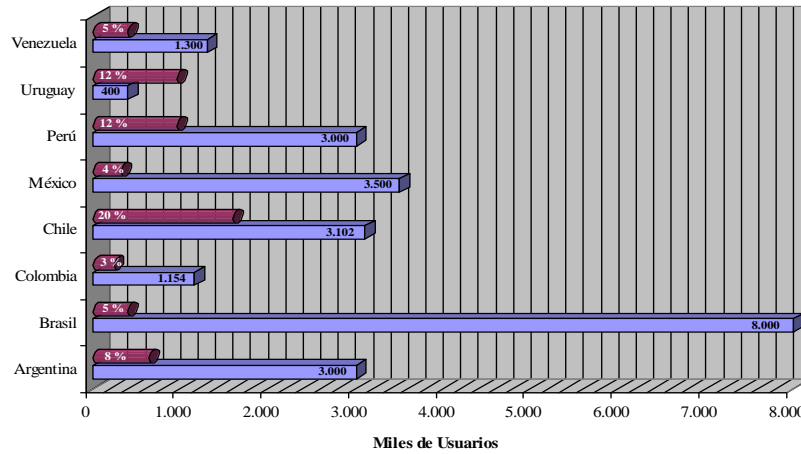
En Chile, la evolución de Internet banda ancha ha sido similar al comportamiento que se da en otros mercados a nivel mundial. Generalmente el Cable MODEM domina los mercados, debido a su anticipado desarrollo como tecnología y rápida implementación a nivel comercial. En Chile, este tipo de conexión cubre el 60% del mercado, cifra muy similar al escenario estadounidense. Solo en Europa el mercado es más equilibrado entre ADSL y Cable MODEM, debido a que existe muy baja penetración geográfica de las empresas de cable. WLL y Powerline han sido introducidos recientemente, presentando a la fecha cifras muy pequeñas en comparación a las tecnologías predominantes.

A fines del año 2002 se estimó superar la meta de 100.000 clientes en Chile conectados a Internet con planes banda ancha. En julio del 2003, VTR celebró haber llegado solo a dicha meta!

En el contexto latinoamericano, donde hay un total de 500 mil conexiones de banda ancha, el cable nuevamente supera en forma amplia a otras tecnologías, con un 70% del mercado, completando la porción ADSL con un 28% y WLL sólo con 2%. Además, en la mayoría de los países de Europa, y en especial Estados Unidos, están apostando fuertemente por el desarrollo y masificación de la banda ancha. Ahora que en el mundo existen cerca de 500 millones de usuarios, la discusión se centra en la rapidez para acceder a la información de la red. Todos apuestan por la alta velocidad. Mientras que el objetivo de muchos gobiernos sigue siendo el de impulsar el acceso a Internet a nivel nacional (incrementar la penetración del servicio), otros países están pensando ya en cómo transformar su infraestructura de comunicaciones en una gran red de alta velocidad (del orden de los Gbps), que permita dar el paso a la segunda generación de Internet. Un total de 1,9 billones de horas de navegación registraron los usuarios de banda ancha contra 1,14 billones de horas de dial-up durante el primer mes del año 2002, a nivel mundial. De este modo, el tiempo de conexión de la banda ancha creció durante 2001 en un 64%, mientras que el dial-up cayó en un 3%. Con esto, quienes navegan a través de la tecnología banda ancha superaron la marca crítica del 50% de tiempo de conexión total en la red, lo que es considerado todo un hito en la historia de Internet.

Grafico # 7. Usuarios de Internet en Sudamérica y Penetración en relación a la población total

Usuarios y Penetración de Internet



La tabla siguiente muestra la cantidad de usuarios de Internet (en miles) y la tasa de penetración, de acuerdo a cada país.

Tabla # 24. Estimación de Usuarios de Internet y Penetración por País.

País	Año 1999		Año 2000		Año 2001	
	Usuarios	Penetración	Usuarios	Penetración	Usuarios	Penetración
Argentina	500	1,4%	2.500	6,8%	3.000	8%
Brasil	3.500	2,1%	5.000	2,9%	8.000	5%
Colombia	664	1,6%	878	2,1%	1.154	3%
Chile	700	4,6%	2.537	16,6%	3.102	20%
México	1.822	1,9%	2.712	2,7%	3.500	4%
Perú	1.500	5,9%	2.500	9,7%	3.000	12%
Uruguay	330	10,0%	370	11,1%	400	12%
Venezuela	525	2,2%	950	3,9%	1.300	5%
Canadá	11.000	36,1%	12.700	41,3%	13.500	44%
Estados Unidos	74.100	27,2%	95.354	34,7%	142.823	50%
Alemania	14.400	17,5%	24.000	29,2%	30.000	36%
España	2.830	7,0%	5.388	13,3%	7.388	18%
Finlandia	1.667	32,3%	1.927	37,2%	2.235	43%
Reino Unido	12.500	21,0%	15.400	25,8%	24.000	40%
Italia	8.200	14,3%	13.200	23,0%	16.000	28%
Suecia	3.666	41,4%	4.048	45,6%	4.600	52%
Japón	27.060	21,4%	47.080	37,1%	57.900	46%

Nota: Las magnitudes están expresadas en miles
Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Cabe destacar que en la tabla anterior, se señala la cantidad de usuarios de Internet y no necesariamente corresponde a la cantidad de planes contratados por país. Chile representa claramente al país de Sudamérica con una mayor tasa de penetración.

A continuación se presenta un análisis del crecimiento de la cantidad de abonados a planes de acceso a Internet, tanto en su modalidad conmutada, como dedicada (Banda Ancha).

8.2.4.- Hogares con computador personal versus conexión a Internet

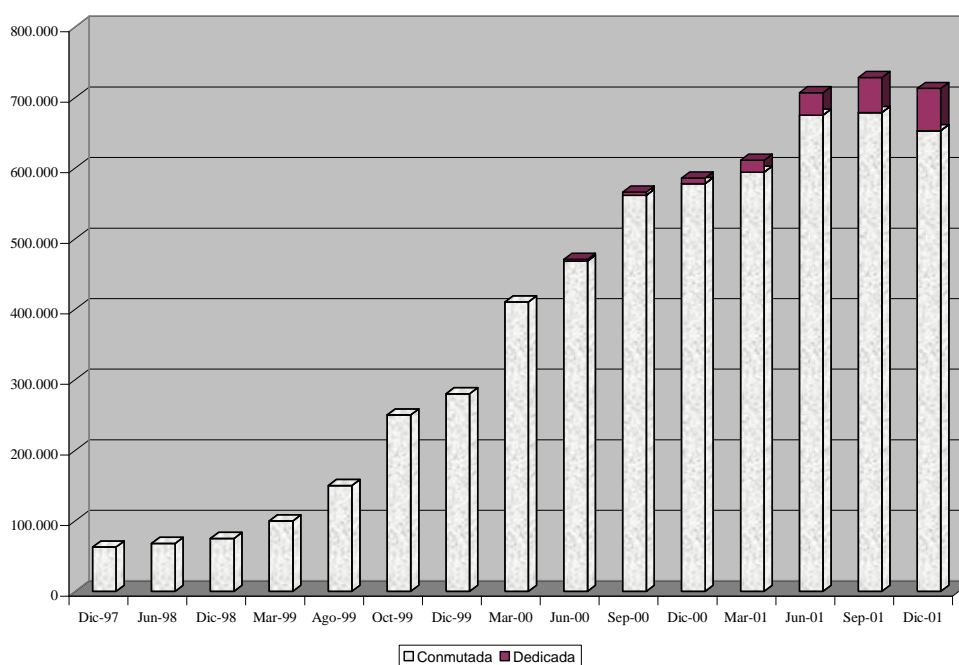
A continuación se analizan los principales resultados relacionados con la cantidad de hogares con computador y con conexión a Internet a nivel regional. Según se observa en los gráficos 8 y 9, la distribución regional de hogares con computador e Internet respectivamente, se puede apreciar que en ambos casos la Región Metropolitana concentra la mayor cantidad de hogares con un 55,0% de los hogares con computador y el 60,8% de los hogares con conexión a Internet. En ambos indicadores le siguen en proporción la V con un 10,5% de los hogares del país con computador y el 9,8% del total de hogares con conexión a Internet y la VIII con un 8,2% y un 7,1% de los hogares con computador y conexión a Internet respectivamente. El resto del país distribuye el 26,3% de los hogares con computador y el 22,3% de los hogares con conexión a Internet. El 26,3% se encuentra liderado por la X región con un 4,2% de los hogares con computador del país seguido por la II con un 4,1% , siendo la XI región la que concentra la menor

cantidad de hogares cuando se distribuyen regionalmente, con un 0,5% del total del país. Respecto del 22,3% restante, este se distribuye uniformemente, siendo liderado por la II región con un 3,6% de los hogares totales del país con conexión a Internet, para luego concentrar la menor cantidad de hogares con conexión a Internet la XI con un 0,3%.

8.2.5.- Análisis del Crecimiento de la cantidad de Abonados a Planes en Chile

Como fue descrito en puntos anteriores, existen dos alternativas de conexión a Internet. El acceso conmutado es un tipo de servicio que ya ha entrado en etapa de maduración y pronto entrará en decadencia. Debido al explosivo crecimiento que ha tenido el acceso banda ancha, muchos clientes han comenzado a cambiar su plan conmutado, por uno levemente más oneroso, pero significativamente más rápido. Es decir, las posibilidades de crecimiento del mercado de banda ancha, vienen dadas por el crecimiento propio del mercado y por la sustitución del servicio conmutado. Se estima que en un plazo de 5 años, la cantidad de abonados a planes conmutados se reducirá a más de la mitad, y predominarán los servicios de tipo banda ancha.

Grafico # 8. Evolución de la cantidad de abonados a planes de acceso en modalidad conmutada y banda ancha



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

De acuerdo al gráfico anterior, en Chile existen más de 700.000 contratos de servicios de acceso a Internet, tanto Conmutados como Dedicados. Como fue planteado anteriormente, los abonados a planes conmutados irán dejando este servicio de lado, para cambiarse a Banda Ancha. Esto traerá consigo un crecimiento muy interesante en la cantidad de abonados a planes dedicados, sobre todo en regiones, que es donde las tecnologías de acceso aún no se han desarrollado del todo.

Tabla # 25. Crecimiento de la cantidad de abonados a servicios de acceso a Internet

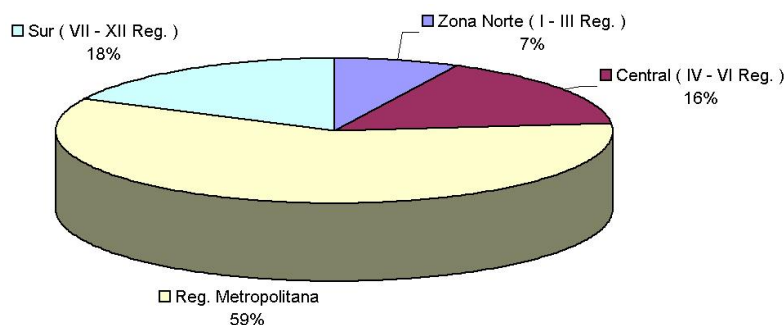
	Jun-98	Dic-98	Mar-99	Ago-99	Dic-99	Mar-00	Jun-00
Conmutada	68.000	75.000	100.000	150.000	280.000	410.000	468.227
% crecim.	8,37%	10,29%	33,33%	50,00%	86,67%	46,43%	14,20%
Dedicada							2.411
% crecim.							
	Sep-00	Dic-00	Mar-01	Jun-01	Sep-01	Dic-01	Jul-02
Conmutada	561.454	577.998	593.941	675.011	678.699	633.653	660.932
% crecim.	19,91%	2,95%	2,76%	13,65%	0,55%	-6,64%	4,31%
Dedicada	4.555	7.879	17.179	31.882	49.514	66.722	115.661
% crecim.	88,93%	72,97%	118,04%	85,59%	55,30%	34,75%	73,35%

La tabla anterior muestra las tasas de crecimiento que ha experimentado cada uno de los mercados. Cifras de crecimiento cercanas al 100% por trimestre no son extrañas en mercados tan dinámicos como este. Debido al rápido desarrollo de la tecnología, y a la eficiente labor de *Time-to-market* realizada por las empresas operadoras, los usuarios finales se ven beneficiados con servicios de última tecnología, en tan solo meses.

8.2.6.- Distribución geográfica

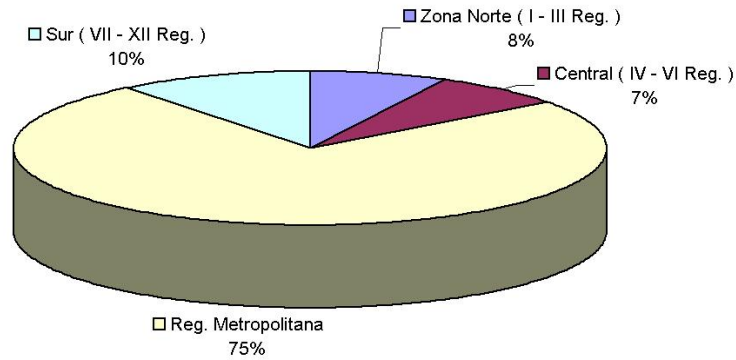
Los gráficos presentados a continuación muestran la distribución de Abonados en función de la Zona Geográfica en la cual han suscrito el contrato del servicio. Tanto en el caso de acceso conmutado, como en el caso de Banda Ancha o acceso dedicado, es posible visualizar una clara centralización: 59% y 75% en la Región Metropolitana, respectivamente.

Gráfico # 9. Distribución de la Cantidad de Abonados a Planes de Acceso Conmutado por Zona Geográfica



Valores Correspondientes a Dic-2001
Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones.

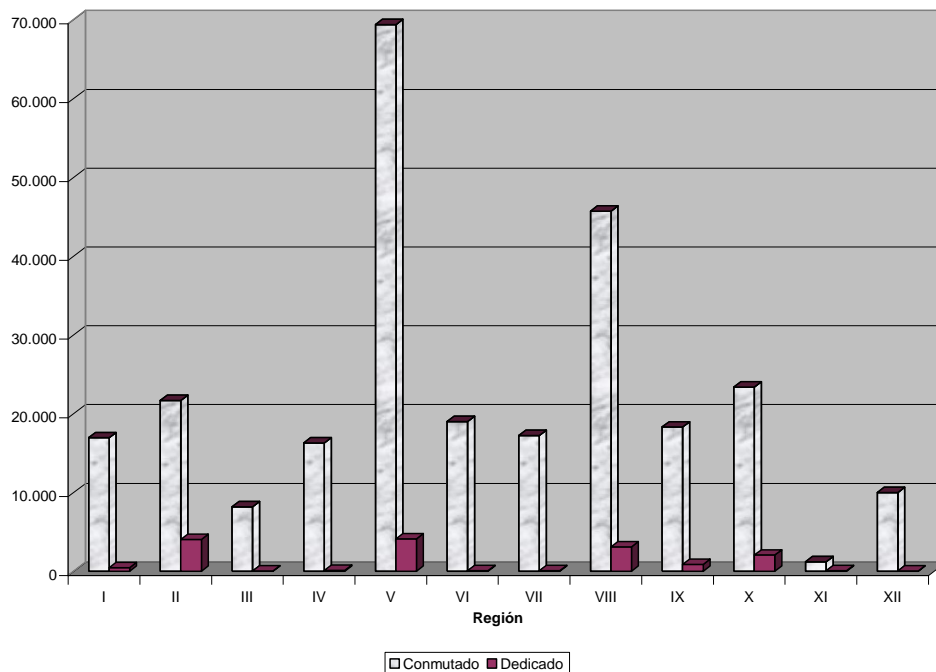
Gráfico # 10. Distribución de la Cantidad de Abonados a Planes de Acceso Dedicado por Zona Geográfica



Nota: Valores Correspondientes a Dic-2001
Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

Gráfico # 11. Distribución de la Cantidad de Abonados a Planes de Acceso a Internet por Región

(Excluida la Región Metropolitana)

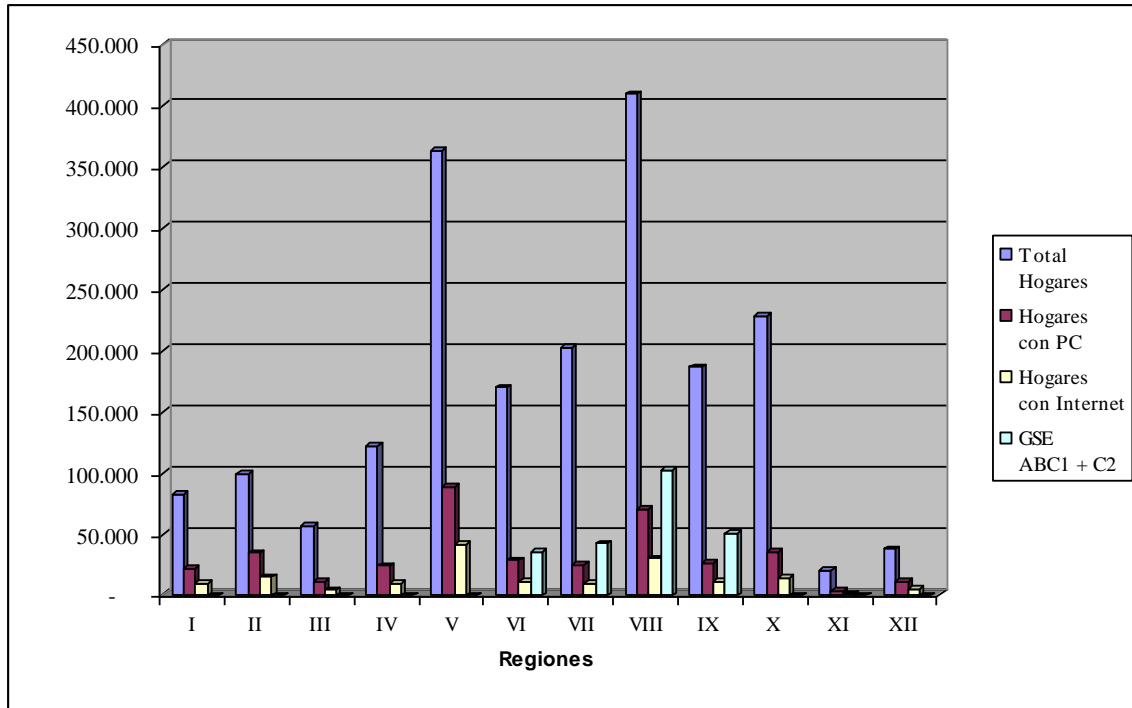


Nota: Los datos presentados corresponden a cifras de Julio del 2002
Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

De acuerdo al gráfico anterior, es posible afirmar que hasta comienzos del año 2002, el servicio de acceso Banda Ancha a Internet, se encontraba en nulo desarrollo en las Regiones I, III, IV, VI, VII y XI, con menos de 100 abonados. Una penetración muy pequeña, del orden de los 500 a 1.000 abonados en las regiones I y IX, mientras que en las regiones II, V, VII y X, la cantidad de abonados fluctúa entre 2.000 y 4.200.

Por ahora, el servicio de acceso se encuentra focalizado en las grandes ciudades de cada región, sin un crecimiento deslumbrante, como en el caso de Santiago. Esto se debe, a que las empresas de telecomunicaciones han decidido invertir inicialmente en la Región Metropolitana.

Grafico # 12. Penetración de los Computadores Personales y de los Planes de acceso a Internet



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

En el gráfico anterior, se puede apreciar la totalidad de hogares existentes en Chile a la fecha, representado por las columnas de color azul, mientras que la cantidad de hogares con a lo menos 1 Computador Personal (PC) se representa con las columnas de color rojo. El total de hogares que poseen a lo menos 1 PC y además una conexión a Internet se destaca con color amarillo y finalmente la estimación de hogares correspondientes a los Grupos Socio Económicos ABC1 y C2 se representa con color celeste (solo se destaca para las regiones en estudio).

De acuerdo a estas cifras, es posible apreciar que para la zonas de interés la cantidad de hogares con Computadoras Personales todavía no se iguala a la cantidad estimada correspondiente a los GSE ABC1 + C2. De acuerdo a la clasificación de GSE, estos segmentos de la población deberían tener por lo menos un Computador Personal en su hogar, lo que hace pensar que en cada región existe una demanda insatisfecha de PCs.

Por otra parte, es evidente que la demanda por conexiones a Internet deberá aumentar en el futuro, ya que también existe un déficit de planes de acceso, si se comparan las columnas rojas y amarillas. El estudio de demanda profundizará más al respecto.

8.2.7.- Análisis del Crecimiento de la cantidad de Abonados a Planes Dedicados

Claramente, estamos en presencia de un servicio que se encuentra en la etapa introductoria, para lo cual las empresas competidoras del mercado harán lo posible por ir absorbiendo la creciente demanda que ellas mismas tratarán de incrementar. La tabla siguiente muestra el crecimiento explosivo en cantidad de abonados a planes Banda Ancha, que tuvo Chile durante el año 2001:

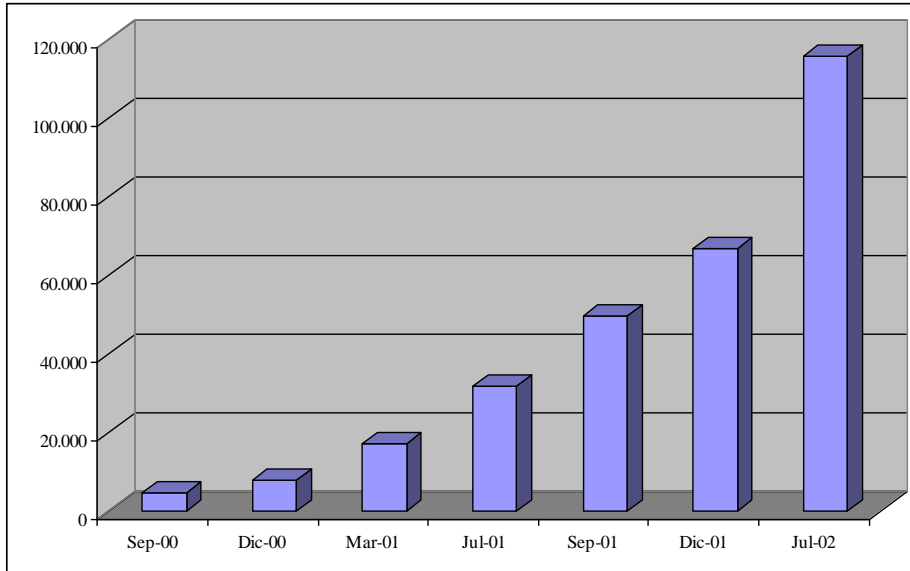
Tabla # 26. Crecimiento de la Cantidad de Abonados a planes Dedicados en Chile

Sep-00	Dic-00	Mar-01	Jun-01	Sep-01	Dic-01	Jul-02
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

4.555	7.879	17.179	31.822	49.514	66.722	115.661
	72,97%	118,04%	85,59%	55,30%	34,75%	73,35%

Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

Grafico # 13. Crecimiento de la Cantidad de Abonados a Planes Banda Ancha en Chile

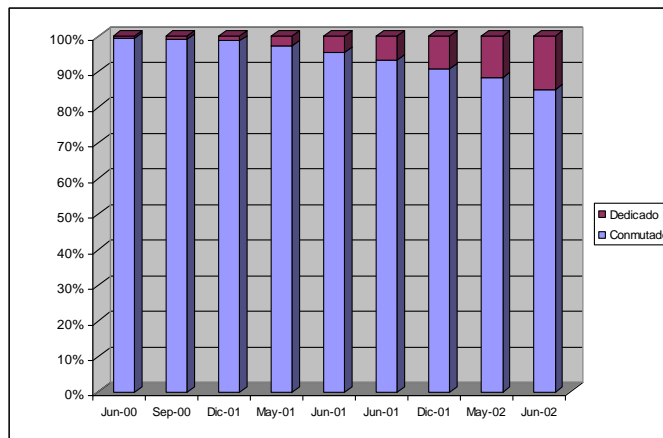


Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

El Mercado se encuentra en un rápido crecimiento, e incluso ya ha logrado reducir las cifras de Abonados a Planes Conmutados, como se vio en puntos anteriores.

De acuerdo al boletín de estadísticas de telecomunicaciones, entregado por la Subtel en Enero del 2003, la distribución de Conexiones a Internet, en términos de planes conmutados y dedicados es la siguiente:

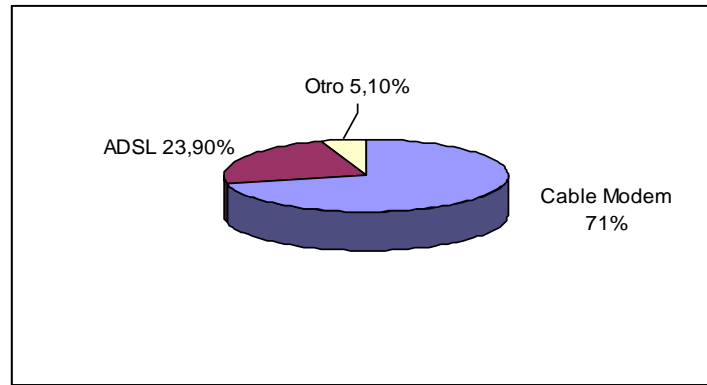
Grafico # 14. Distribución del tipo de conexión a Internet



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

Por otra parte, si se analiza la distribución de las conexiones banda ancha según el tipo de tecnología que existe en Chile, a la fecha, se puede percibir que el Cable MODEM (Redes HFC) es la tecnología predominante, con un 71% del mercado.

Grafico # 15. Composición de Conexiones Residenciales según tipo de Tecnología



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones

8.3.- Análisis Estratégico de Michael Porter

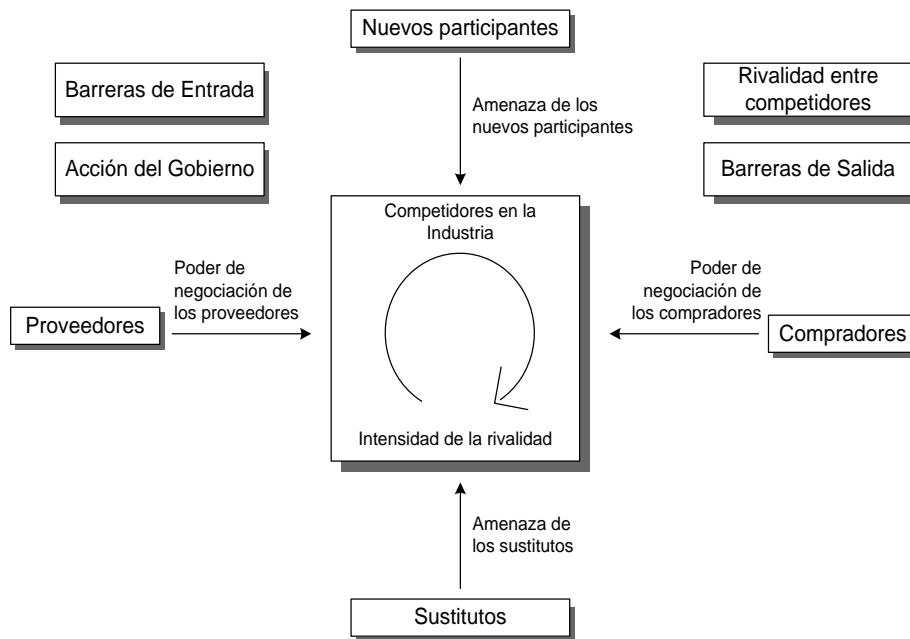
Si se pretende generar planes estratégicos de alta calidad, es necesario realizar un estudio acabado de la industria, que permita determinar claramente el atractivo que esta posee. Se debe estar al tanto de nuevos desarrollos y de nuevas tecnologías emergentes, y especialmente, de la conducta de los demás competidores.

8.3.1.- Análisis Estructural de la Industria

Este análisis tiene por objetivo determinar el atractivo de la industria, mediante las siguientes herramientas de estudio:

- Rivalidad entre competidores.
- Amenaza de nuevos competidores.
- Amenaza de sustitutos.
- Poder negociador de proveedores.
- Poder negociador de consumidores.

Figura # 56. Elementos de la estructura de la Industria: Las cinco fuerzas de Porter



Fuente: Estrategias para un liderazgo competitivo. Hax y Majluf.

8.3.1.1.- Rivalidad entre competidores

Para analizar la rivalidad entre Competidores en el mercado de acceso a Internet, se debe primero identificar a los principales competidores en este mercado. Como fue mencionado anteriormente, el mercado consta de los siguientes competidores:

- Entel
- VTR
- Telefónica
- Telefónica del Sur
- Otros (muchos ISPs menores)

Si bien la rivalidad entre competidores es fuerte y dinámica debido a la gran diversidad de competidores existentes, el poder no está equilibrado, sino que lo tiene principalmente VTR seguido por ENTEL y Telefónica CTC.

Claramente los competidores líderes en este mercado tratan de evitar las guerras de precios, pero en realidad compiten frente a frente con cada uno de los servicios ofrecidos a los clientes, de manera de no perder participación de mercado. La fortaleza de VTR se basa en la capacidad de ofrecer un “paquete” de servicios bastante atractivo para el cliente (Internet, TV y Telefonía), mientras que los otros competidores únicamente ofrecen sus servicios por separado. El portafolio de servicios ofrecido por VTR permite que el cliente perciba descuentos adicionales al contratar más de 1 servicio, lo que ayuda a captar, satisfacer y fidelizar a los clientes.

De todas maneras, se cuenta con un crecimiento rápido de la industria lo que hace que los operadores se concentren sobre todo en captar nuevos clientes. Como los servicios ofrecidos pueden ser clasificados como *commodities*, cada ISP busca la mejor forma de que el cliente perciba un cierto grado de diferenciación en su plan, a través de los servicios complementarios que puede ofrecer como operador. En esta desesperada búsqueda por la diferenciación de servicio, incluso ENTEL, por ejemplo, ha decidido ofrecer junto a su plan WLL descuentos considerables al momento de contratar un servicio de telefonía móvil. Esta estrategia se asemeja mucho al estilo de VTR, pero lamentablemente no dio los frutos esperados al cabo de unos meses luego de su lanzamiento.

Cabe señalar que estos operadores se encuentran avocados a desarrollarse principalmente en la Región Metropolitana y en la V Región, debido a que la población se encuentra menos dispersa, lo que simplifica una serie de problemas técnicos de cobertura. Luego de haberse consolidado en aquellas zonas, han comenzado a expandirse a regiones menos pobladas.

Como ya es claro, cada ISP ha elegido una tecnología de acceso con la cual desarrollar su negocio. Únicamente ENTEL ha decidido utilizar 2: ADSL y WLL. El tipo de tecnología tiene un impacto muy importante, si se trata de flexibilizar la operación y acelerar la colonización de zonas, para luego ofrecer el servicio en un sector determinado. Este tipo de negocio, se caracteriza por ser intensivos en inversión, pero relativamente bajos en términos de costos fijos de operación.

Al minuto de cambiar de servicio, el cliente puede cancelar el contrato sin necesidad de cumplir plazos mínimos, ya que la legislación chilena así lo estipula. Esto trae implícitamente un costo de cambio bajísimo para el cliente, lo que eleva la rivalidad en la industria. Todos los ISPs han buscado mecanismos para dificultar el cambio, como por ejemplo, las casillas de correo electrónico. Al momento de cancelar un contrato, el cliente pierde toda posibilidad de ingresar a su casilla de e-mail, ya que esta solamente se encuentra habilitada mientras el cliente se encuentre abonado al sistema. Para este proyecto en particular, se debe buscar algún otro mecanismo novedoso que permita aumentar el costo de cambio.

Como resultado de este análisis consideramos que es un punto atractivo para la industria.

8.3.1.2.- Amenaza de nuevos competidores

Este punto queda determinado por la facilidad que tienen potenciales competidores de entrar y salir de la industria. Para esto, es necesario analizar las Barreras de Entrada y de Salida.

Con respecto a las barreras de entrada tenemos que existen economías de escala altas, el cliente percibe una diferenciación en la calidad del servicio ofrecido e identifica claramente la marca, pero su fidelidad es muy baja cambiándose de proveedor sin un gran costo. Con respecto al capital que se necesita para entrar a esta industria es altísimo si es que se quiere contar con equipos y redes de distribución de datos propias, pero también existe la posibilidad de contratar el servicio de transporte de información con operadores de mayor tamaño que posean redes metropolitanas (MANs). Si bien en este caso, el costo de entrar al mercado es menor, los ingresos serán mucho menores, ya que solamente se podrá captar una fracción del total de la tarifa cobrada al cliente. Este es el caso de, por ejemplo, el diario El Mercurio, que ha decidido ofrecer acceso a Internet (acceso Emol) como un servicio complementario a su periódico electrónico y físico.

Referente a las barreras de salida, cabe mencionar que existe una baja especialización de activos en relación a los activos utilizados tanto en la MAN como en la red PLC. Los equipos MAN permiten el transporte de paquetes IP a través de grandes distancias, mientras que los equipos PLC ofrecen emulación de *Ethernet* sobre los conductores eléctricos, siendo posible transportar cualquier tipo de protocolo que utilice IP a nivel 3. Esto implica que pueden ser utilizados en diversas aplicaciones, como plataforma de comunicación en grandes empresas o como parte de las redes *WAN* de un *Carrier*, por lo que este ítem no presenta un mayor problema.

A la fecha de este informe, ya se está introduciendo el concepto de banda ancha móvil. Este sistema ofrece conexiones de 128 y 256 Kbps a través de los teléfonos digitales de telefonía móvil. Este tipo de planes posee un alto costo, pero ofrece mucha flexibilidad al usuario. Para los operadores de telefonía móvil, ha sido relativamente sencillo adicionar servicios a su plataforma ya existente, simplemente instalando y/o reemplazando equipos en su red de telecomunicaciones.

8.3.1.3.- Amenaza de sustitutos

Si se analiza objetivamente las razones y beneficios por los cuales un cliente contrata un plan de Internet, seguramente habrá una infinidad de alternativas de respuesta. En general, un plan de acceso a Internet brinda conectividad a una gran red de comunicaciones, la que a su vez, puede ser clasificada como una *fuerza infinita* de información. Además, Internet permite realizar comercio electrónico, comunicarse con otras personas, entre otras aplicaciones. La limitación se encuentra prácticamente del lado del usuario.

Desde este punto de vista, no existe a la fecha un servicio sustituto masivo disponible en el mercado, que permita de manera similar obtener esta gran cantidad de beneficios. No se debe olvidar, que el cliente final está contratando un plan de acceso a Internet y no el beneficio de tener una caja PLC o ADSL instalada en su casa. Efectivamente, la tecnología de acceso posee muchos sustitutos (como se pudo visualizar en capítulos anteriores), pero en lo que respecta al servicio propiamente tal, no posee ningún sustituto hasta ahora.

Es muy probable que “Internet 2”, una nueva red de alta velocidad utilizada por Universidades y ONGs internacionales sea una posible candidata a sustituir por completo a la Internet que conocemos en la actualidad. Sin embargo, se prevee que no habrá problemas de interconexión entre ambas redes, en el momento en que Internet 2 sea abierta a la comunidad mundial, ya que también opera bajo los mismos estándares internacionales.

8.3.1.4.- Poder negociador de proveedores

Los proveedores de este negocio pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Proveedores de equipos
- Proveedores de enlaces
- Otros Proveedores

Los proveedores de equipos son aquellos que ofrecen los *Routers, switches, Hubs*, servidores, *software*, fibra óptica, repetidores, conectores, etc. Además, el fabricante de equipos PLC es incluido en este gran grupo.

En la actualidad, existen numerosas marcas en el mercado, pero existe en occidente un líder indiscutible llamado “Cisco Systems”. La aparición de “Huawei Technologies Corp.”, ha revolucionado el mercado, debido a su agresiva estrategia de penetración (menor costo de producción, menor precio final). Huawei es líder absoluto en el mercado asiático, lugar en donde Cisco ha quedado relegado al segundo lugar, en términos de participación de mercado. Para efectos de este proyecto, Huawei puede llegar a ser *partner* tecnológico responsable de diseñar la plataforma y suministrar los equipos de telecomunicaciones. De esta manera, el poder de negociación queda minimizado, al momento de firmar un acuerdo de suministro de equipos, con porcentajes de descuento preestablecidos aplicables al listado de precios oficial. Cabe señalar, que los equipos comercializados por Huawei cumplen netamente con los estándares internacionales de compatibilidad, lo que protege la inversión, en caso eventual de cambiar de proveedor.

Por otra parte, el proveedor seleccionado para suministrar equipos PLC debe poder garantizar las condiciones técnicas y comerciales acordadas al minuto de formalizar el contrato de suministro de equipos. La planificación de desarrollo tecnológico que ofrece el proveedor, queda sometida a fuertes multas, en caso de no cumplir con las metas técnicas y comerciales acordadas en el documento. Es importante destacar que la jugada clave para un proveedor de equipos PLC, es captar clientes de manera exclusiva. Es por esto, que tratan de ofrecer productos altamente diferenciados entre sí y destacar las ventajas de sus sistemas frente a los de la competencia. En ambos casos, la capacidad de negociación se restringe a que ambas partes acuerden firmar un contrato de suministro, en el cual se acotan las posibilidades futuras de los proveedores para realizar cambios en los productos ofrecidos. Cabe señalar que la amenaza de integración hacia delante es nula, debido a la naturaleza del negocio.

Los proveedores de enlaces son aquellos que brindan conectividad entre dos puntos geográficamente distantes y/o que permiten interconectar la red de un ISP a Internet. En Chile, grandes empresas de telecomunicaciones han decidido ofrecer ambos servicios, como se destacó al comienzo de este capítulo. Los proveedores tratan de diferenciar su servicio, ofreciendo mejor soporte al cliente, facilidades de pago, etc., pero la verdad es que se trata de un simple *commodity*. En términos generales, no existe mucha diversidad de proveedores, pero la competencia es altísima, e incluso más fuerte que en el grupo anterior. Adicionalmente, empresas como ENTEL, Telefónica CTC se han integrado hacia adelante, ofreciendo planes de acceso a Internet vía diferentes tecnologías de acceso.

El último grupo, presenta a proveedores pequeños que suministran servicios de instalaciones, productos menores y outsourcing de servicios en general. Existe bastante cantidad de proveedores, y una alta competencia, por lo que la capacidad de negociación la posee en este caso el cliente.

8.3.1.5.- Poder negociador de consumidores

Para efectos de este análisis, se han considerado dos grandes segmentos de clientes:

- Residenciales
- PyMEs

De acuerdo a la naturaleza de este negocio, cada ISP ofrece planes de conexión con tarifas fijas y sin capacidad de negociar puntualmente con cada cliente, debido a que es, por naturaleza, un servicio de tipo masivo el que se propone. Como el segmento de grandes empresas, es atendido directamente por los *Network Service Providers* (como Impsat, Equant, AT&T, Telefónica, etc., los que brindan enlaces punto a punto de altas velocidades), estas quedan excluidas del segmento objetivo de este estudio. Por lo tanto, no existen clientes importantes, sino que todos optan a contratar servicios clasificados en diferentes planes. No existen servicios sustitutos, sin embargo la competencia en este mercado es altísima. El costo de cambio de los consumidores es nulo, debido a la legislación vigente y además se identifica una baja fidelidad por parte de los consumidores. No cabe la posibilidad de que los clientes se integren hacia atrás (consumidores finales), ni que la industria se integre hacia delante, por la misma razón. **En resumen, el poder negociador de los clientes es muy bajo, lo que se traduce en un factor atractivo para este negocio.**

8.3.2.- Determinación del Atractivo de la Industria

A fin de presentar un análisis global sobre el atractivo de la industria, el análisis presentado a continuación, revisa en forma completa cada uno de los factores del modelo de las cinco fuerzas de Porter.

		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> ACTUAL FUTURO </div>					
		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)	
BARRERAS DE ENTRADA							
Economías de escala	Pequeñas						Grandes
Diferenciación del producto	Escasas						Importante
Identificación de la marca	Baja						Alta
Costo de Cambio	Bajo						Alta
Acceso a Canales de Distribución	Amplio						Restringida
Requerimiento de Capital	Bajos						Alta
Acceso a la última tecnología	Amplio						Restringida
Efecto de la experiencia	Sin Importancia						Muy Importante

		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> ACTUAL FUTURO </div>					
		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)	
BARRERA DE SALIDA							
Especialización de activos	Alta						Baja
Costo de salidas por una vez	Alto						Bajo
Interrelación estratégica	Altos						Bajo
Barreras emocionales	Altos						Bajo
Restricciones Gubernamentales	Altos						Bajos



ACTUAL
FUTURO

RIVALIDAD ENTRE COMPETIDORES

		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)	
Numero de Competidores igualmente equilibrados	Importante						Bajo
Crecimiento relativo de la industria	Lenta						Rápida
Costo fijo de almacenamiento	Alta						Baja
Características del producto	Genérico						Especial
Aumento de Capacidad (Incrementales)	Grandes						Pequeños
Diversidad de Competidores	Alta						Baja

PODER DE LOS COMPRADORES

		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)	
Numero de Compradores de Importancia	Escasos						Muchos
Disponibilidad de Sustitutos para los productos de la industria	Alto						Baja
Costo de cambio del Comprador	Bajo						Alto
Amenaza de los compradores de integración hacia atrás	Alta						Bajo
Amenaza de la industria de integración hacia delante	Bajo						Alta
Rentabilidad de los compradores	Bajo						Alta



ACTUAL
FUTURO

PODER DE LOS PROVEEDORES

		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)	
Numero de proveedores importantes	Escasas						Muchos
Disponibilidad de Sustitutos para productos de proveedores	Baja						Alta
Costos de Diferenciación	Altas						Bajo
Amenaza de proveedores de integración hacia delante	Altas						Baja
Amenaza de la industria de integración hacia atrás	Bajo						Alto
Costo total de la industria por los proveedores (Fracción)	Grande						Pequeña

DISPONIBILIDAD DE SUSTITUTOS

		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)	
Disponibilidad de Sustitutos Cercanos	Importante						Escasos
Costo de cambio del usuario	Baja						Altos
Rentabilidad y agresividad del productor de sustitutos	Altas						Bajos
Precio/Valor del sustituto	Alto						Bajos

ACCIONES GUBERNAMENTALES

		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)	
Protección de la industria	Desfavorable						Favorable
Regulación de la industria	Desfavorable						Favorable
Derechos Aduaneros	Restringidos						Irrestringidos
Propiedad extranjera	Limitado						Irrestringidos
Asistencia proporcionada a los competidores	Sustancial						Ninguna



ACTUAL
FUTURO

EVALUACIÓN GENERAL

		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)
Barreras de Entrada						
Barreras de Salida						
Rivalidad entre competidores						
Poder de los compradores						
Poder de los proveedores						
Disponibilidad de sustitutos						
Acciones Gubernamentales						

EVALUACIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA

		Muy Poco Atractivo (--)	Poco Atractivo (-)	Neutro (0)	Atractivo (+)	Muy Atractivo (++)
Evaluación General						

8.3.3.- Oportunidades y Amenazas Clave

El resultado final del análisis realizado anteriormente, permite plantear las oportunidades y amenazas presentes a la fecha, y pronosticar su evolución a mediano y largo plazo. Las oportunidades claves, surgen de los factores favorables que afectan a la industria, mientras que las amenazas, son el resultado del impacto adverso sobre el atractivo de la industria.

Oportunidades Clave

- **Leve desarrollo de tecnologías de acceso tipo banda ancha en regiones.** Existe una baja tasa de penetración de mercado en regiones, ya que la mayoría de los ISP han concentrado su operación en la región metropolitana. Este escenario presenta una oportunidad única de desarrollo y posicionamiento inicial en las ciudades de provincia concesionadas al grupo CGE.
- **Rápido crecimiento del mercado.** De acuerdo al estudio de mercado, es posible afirmar que el mercado de acceso a Internet banda ancha se encuentra en pleno crecimiento y seguirá aumentando su tamaño en los próximos años. Debido a esto, los ISP concentran su esfuerzo en captar nuevos clientes, en lugar de intentar quitárselos a alguno de sus competidores.
- **Grandes economías de Escala.** Claramente existen grandes economías de escala en la operación de la plataforma IP. En términos técnicos, simplemente basta con aprovisionar ancho de banda adecuado y priorizar el tipo de tráfico que se utilizará, para luego implementar cualquier tipo de servicio (VoIP, VoD, AMR, etc.) La flexibilidad de la red IP permite una administración costo-eficiente, ya que requiere de aumentos marginales de planta, en términos de hardware y RRHH.
- **Respaldo del Gobierno.** La Subsecretaría de Telecomunicaciones pone especial hincapié en ayudar a empresas interesadas en inversiones tecnológicas, a desarrollar nuevos negocios que impulsen el desarrollo de tecnologías de información en Chile que reporten beneficios directos a la comunidad. Subtel ofrece subsidios a través del *Fondo de Desarrollo de Telecomunicaciones*, como método de financiamiento para proyectos de esta naturaleza que benefician directamente a la comunidad.
- **Alianzas comerciales con fabricantes de equipos.** A través de buenas relaciones comerciales con los fabricantes de equipos de telecomunicaciones, especialmente Huawei Technologies Corp., es posible adquirir el equipamiento necesario para implementar la plataforma a un costo muy competitivo, lo que se traduce directamente en una menor inversión. Para efectos de este proyecto, Huawei es considerada como un socio tecnológico que asegurará un correcto diseño y posterior implementación de la plataforma tecnológica. A su vez, Huawei visualiza a este proyecto como una oportunidad muy atractiva de posicionar completamente su línea de productos en el mercado nacional y latino-americano, y por lo tanto, representa una oportunidad muy atractiva para este negocio, poder contar con el respaldo de una empresa de este calibre como Huawei.
- **Futuro desarrollo de PLC.** Esta tecnología se encuentra en pleno desarrollo a nivel mundial, sin duda, en etapa de introducción y crecimiento en Europa y el resto del mundo, respectivamente. Durante los pocos años de investigación y desarrollo de productos PLC, se han realizado importantes mejoras en velocidad y *performance*, que incluso superan la Ley de Moore (duplicar capacidad en 18 meses). Incluso, ya existen soluciones para media tensión y es muy probable que PLC extienda su operación en tensiones aún mayores. Es muy probable que esta tecnología se constituya como una de las más fuertes en términos de penetración, debido a su rápida implementación y puesta en marcha, lo que propone un próspero futuro y abre numerosas puertas en la industria de las telecomunicaciones. Sin duda, la empresa propietaria de los conductores eléctricos percibirá beneficios directos. Es una realidad que tarde o temprano se vivirá en Chile, y pasará a ser un negocio más, dentro de la explotación de redes eléctricas, por lo

que es recomendable aprovechar lo antes posible la falta de regulación tarifaria que existe en el mercado eléctrico, a la fecha de este documento.

- **Carencia de servicios sustitutos.** Si bien existen numerosas empresas ofreciendo servicios de acceso a Internet, no existen servicios sustitutos en este mercado. Si pensamos en Internet, como una fuente prácticamente infinita de información, con una capacidad y velocidad de búsqueda muy alta, y además como un medio de comunicación, la verdad es que a la fecha no existe un servicio sustituto a este. Todos los servicios que ofrece el mercado en la actualidad, simplemente compiten por brindar conectividad entre los usuarios e Internet. Desde otro punto de vista, Internet 2 puede ser considerado con un servicio sustituto, el que ofrecerá conexiones de alta velocidad entre nodos de información, pero en términos simples, no presentará complicación alguna interconectar el servicio a esta red.
- **Baja penetración de mercado.** En todas las regiones de nuestro país, y del total de hogares clasificados como ABC1, existe una gran cantidad de ellos que poseen computadores personales (66% aproximadamente), de los cuales a lo más la mitad ha contratado un servicio de acceso a Internet, es decir, del total de hogares ABC1, solamente el 33% aproximadamente posee planes de acceso a Internet. Claramente existe una demanda actual y potencial insatisfecha.

Amenazas Clave

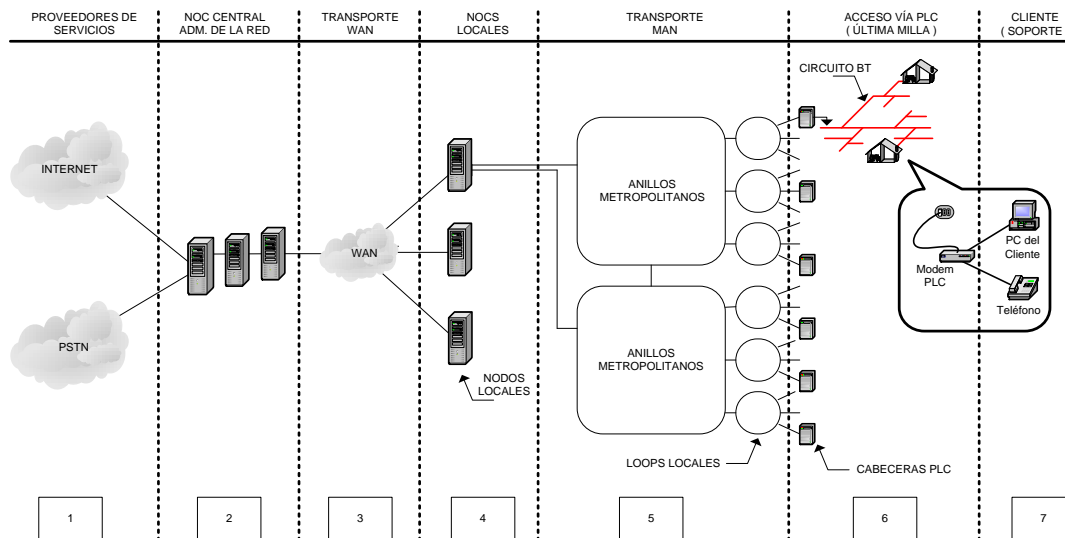
- **Expansión de la red óptica por parte de los operadores de cable y de telefonía.** Debido al aumento de aplicaciones sobre IP, las redes metropolitanas han aumentado su tamaño considerablemente en el último tiempo. Es altamente probable que los *Backbones* metropolitanos sigan creciendo, hasta llegar a lugares muy cercanos al cliente final. Debido a esto, las redes de fibra óptica crecerán, y a largo plazo, cada cliente contará con una conexión óptica de acceso. Esta es una amenaza clara, que se materializará cuando el precio de la fibra y las interfaces ópticas sufran una caída considerable.
- **Desarrollo avasallador de la tecnología wireless.** La tecnología wireless ha sido probada en numerosas aplicaciones y mercados, y día a día ha ido acaparando mayor cantidad de clientes. Sin duda, este tipo de tecnología presenta una amenaza clara a mediano plazo, en caso de superar todos los problemas técnicos que ha presentado hasta ahora. No se tiene claridad si *WiFi* o *3G* será la tecnología predominante en el futuro, pero ambas presentan un gran potencial competitivo.
- **Reacción legal y/o comercial por parte de los Carriers.** Sin duda, los principales actores de este mercado, no permanecerán sin reaccionar, frente a la entrada de nuevos competidores. Es muy probable que se acentúe el gasto en campañas publicitarias, para destacar la imagen y posición de estas empresas, además de realizar agresivas promociones para captar una mayor cantidad de clientes. No se descartan acciones legales, a pesar de que sean infundamentadas.
- **Bajo costo de cambio, por parte de los clientes.** Debido a la regulación impuesta por la Subtel (detallada en el Análisis Legal), el cliente puede solicitar el término de un contrato de servicio, sin necesidad de cancelar multas por cierre anticipado, lo que se traduce en un costo de cambio mínimo para el cliente. Esto obliga, por supuesto, a buscar otros mecanismos para mantener cautivos a los clientes, sin necesidad de incurrir en problemas legales.
- **Integración hacia delante de operadores MAN.** Los operadores de redes metropolitanas, como Telefónica CTC, ENTEL, GTD Teleductos, Telefónica del sur, ya se encuentran en proceso consolidado de integración hacia delante, ofreciendo planes de acceso a Internet y compitiendo directamente en cada uno de los nichos de mercado.

- **Carencia de Regulación aplicable a PLC.** Tarde o temprano la Subtel tendrá que regular las implementaciones de sistemas PLC, con motivo de evitar posibles conflictos técnicos de cualquier índole, originados por estos equipos. Claramente, esto presenta una amenaza real para el proyecto, ya que se tiene incertidumbre respecto del tipo de regulación que se aplicará en un futuro cercano.

8.3.4.- Análisis Corporativo Interno

El análisis corporativo interno ha sido desarrollado considerando que la Compañía General de Electricidad gestará una nueva empresa (llamada para efectos de este estudio, “Carrier PLC”), responsable de explotar el negocio de las telecomunicaciones. La siguiente figura muestra la cadena de operación que fundamenta el negocio de PLC.

Figura # 57. Cadena de Operación

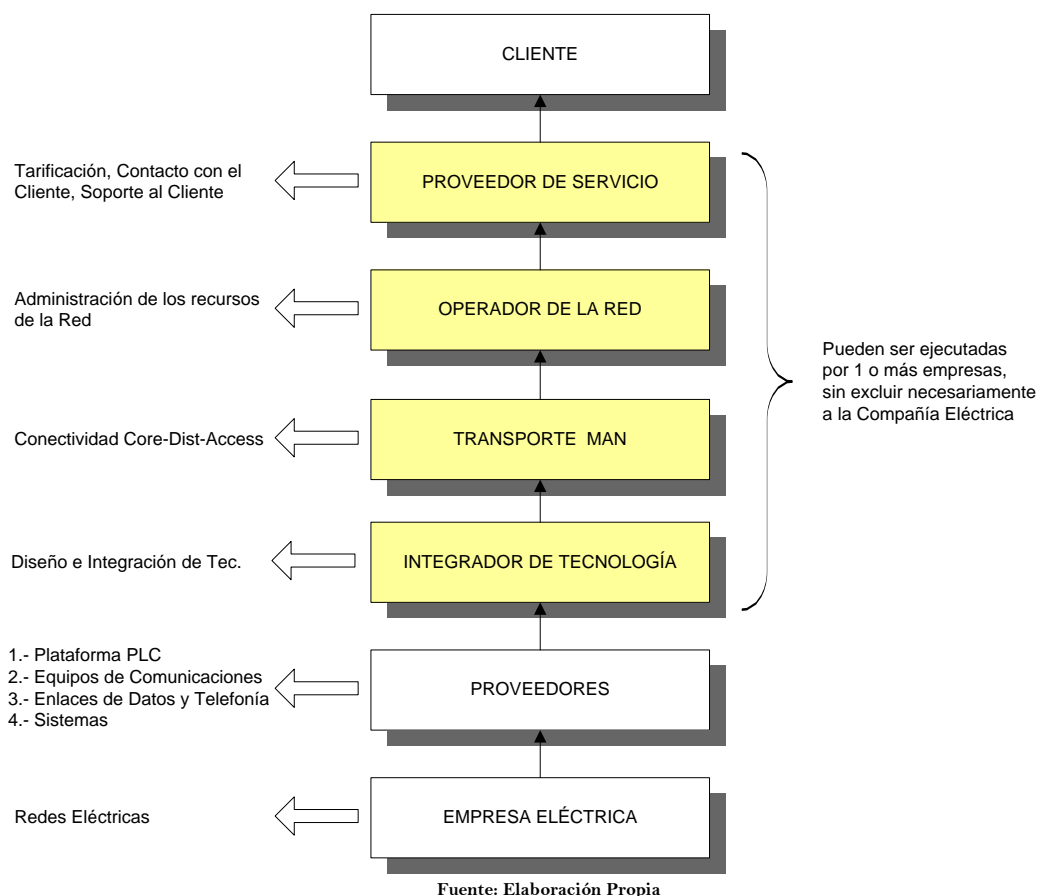


Fuente: Elaboración Propia

Observando la figura anterior, queda muy claro que el servicio de acceso consiste simplemente en brindar conectividad IP entre el proveedor de Internet y el cliente final, utilizando diferentes tecnologías de transporte de paquetes. De esta manera, es posible realizar la convergencia de una gran cantidad de clientes a una(s) troncal(es) de acceso a Internet, generándose economías de escala bastante interesantes.

Desde un punto de vista de negocio, llevar a cabo las diversas tareas implícitas dentro de cada uno de los 7 pasos presentados en la figura anterior, puede ser responsabilidad de pocos o de muchos. Es así como puede ser planteado el modelo de negocios de este proyecto, en base a la internalización de una o muchas actividades dentro de la cadena. La siguiente figura pretende graficar en términos simples, la desagregación del negocio.

Figura # 58. Desagregación del negocio PLC.



De esta manera, la empresa *Carrier PLC* tiene las siguientes alternativas para intervenir en el negocio:

1.- Carrier de Carriers: Es el modelo planteado por Enersis.plc como la alternativa más atractiva de explotar este tipo de negocios. Consiste en que el operador de la red PLC pueda ofrecer el servicio de conectividad entre miles de clientes finales y algún(os) operador(es) local(es) de telecomunicaciones y/o empresa de cualquier rubro interesada. En términos del diagrama presentado anteriormente, la alternativa de Enersis consiste en desarrollar la operación de los cuatro módulos destacados en color amarillo. Desde el punto de vista de operación de la red, será necesario discriminar dinámicamente la relación cliente-proveedor que se realice a través de la red PLC, lo que implica necesariamente un costo adicional de administración.

De esta manera, Enersis pretende sobrevender su plataforma a *N* empresas de telecomunicaciones, y asumir el riesgo y los costos de operación del sistema. Así, la empresa percibirá interesantes montos fijos de dinero, ligados a contratos de arriendo, por efectos de prestar este servicio y cumplir con los estándares de calidad y cobertura indicados en la oferta.

2.- ISP con MAN internalizada: Consiste operar los cuatro módulos destacados en la figura anterior, es decir, desarrollar el negocio completamente, en todos los eslabones de su cadena e internalizar la red de transporte metropolitano (MAN). Desde el punto de vista técnico, el modelo es muy similar al *Carrier de Carriers*, salvo que éste es más simple de operar, debido a que todos los clientes PLC corresponderán solamente a una empresa en particular (*Carrier PLC*). Esta alternativa implica una inversión muy similar a la alternativa anterior, e incluso presenta mayor riesgo, ya que carece de la posibilidad de arrendar la plataforma completa (*Enersis*), dejando solamente la posibilidad de competir directamente en el mercado.

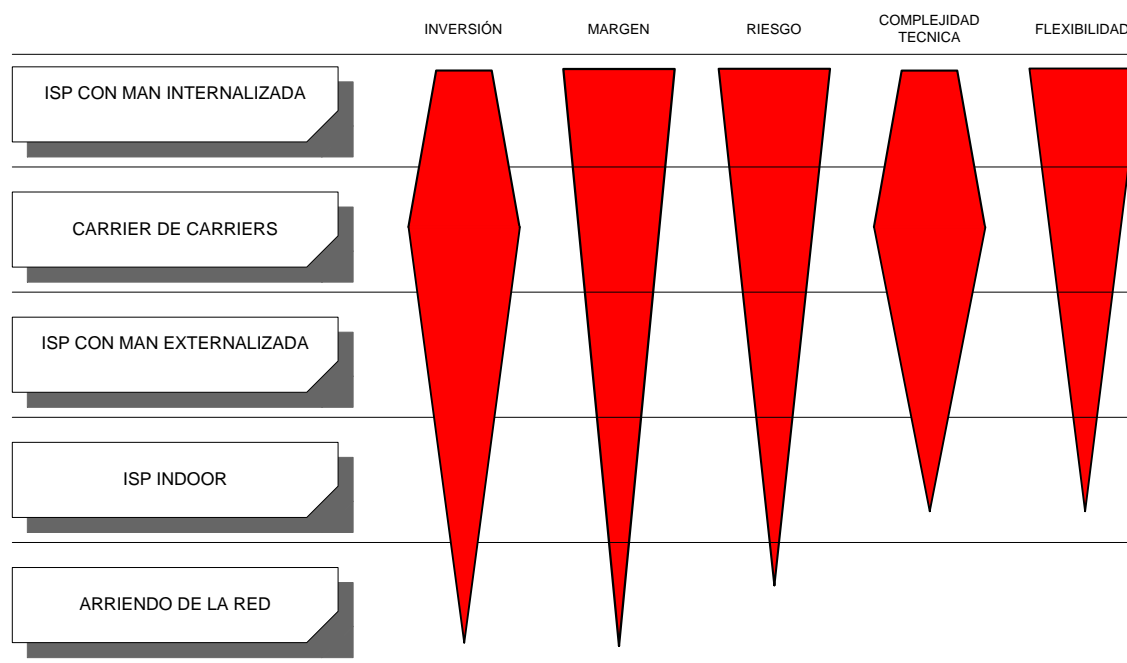
3.- ISP con MAN externalizada: Consiste en externalizar completamente el transporte de paquetes IP a nivel metropolitano, utilizando enlaces de uno o más proveedores, como Telefónica CTC, GTD Teleductos, ENTEL, Chilesat, etc. La conexión entre el NOC y los *Loops Locales* se realizará a través de estos enlaces (externalización parcial), o incluso, es posible conectar directamente el NOC con las Cabeceras PLC, externalizando completamente el transporte metropolitano. Esto dependerá simplemente de las tarifas ofrecidas particularmente por las empresas interesadas en prestar el servicio.

4.- ISP Indoor: Los modelos anteriormente mencionados coinciden en que una nueva empresa será la responsable de desarrollar el negocio (no la propia Compañía Eléctrica). La empresa *Carrier PLC* deberá pagar a la Compañía Eléctrica los derechos de utilizar su red para la transmisión de datos, en caso de que se pretenda utilizar la red de baja tensión de dicha compañía. Sin embargo, existe otra alternativa para explotar este negocio. En zonas altamente pobladas, en donde existan edificaciones de altura, es posible instalar las cabeceras PLC directamente en los *Shafts* de los edificios, para luego inyectar la señal directamente en la red de baja tensión de los departamentos, la cual pertenece al dueño de casa. Este modelo modifica la técnica de instalación de la cabecera PLC, pero además permite omitir la relación entre la Compañía Eléctrica y la empresa de telecomunicaciones. En este modelo, el transporte metropolitano es externalizado, al igual que en el modelo anterior.

Tomando en cuenta el escenario real y las condiciones demográficas predominantes en la zona de concesión de CGE y sus filiales, no se prevee que este modelo sea aplicable, a la fecha de este estudio, debido a que se requiere de zonas de densidad de población alta, las cuales no son frecuentes en la zona de concesión de CGE. Podría resultar atractivo realizar una evaluación caso-a-caso.

5.- Arriendo de la Red Eléctrica: La alternativa final consiste simplemente en arrendar las redes eléctricas a un tercero, para que éste haga uso de ellas como medio de comunicación. El punto interesante de esta alternativa, consiste en el método de cálculo de la tarifa que cobrará la Compañía Eléctrica al interesado. Se puede realizar de diversas formas, pero las más recomendable es calcular el costo alternativo de utilizar una tecnología de acceso tradicional, como ADSL o Cable MODEM, estimar un horizonte de evaluación, considerar la rentabilidad exigida por los inversionistas en la industria de las telecomunicaciones, estimar la penetración y demanda del proyecto, para finalmente determinar la tarifa a cobrar.

Figura # 59. Comparación de Modelos



Fuente: Elaboración Propia

El análisis presentado a continuación basa su desarrollo en el modelo de “*ISP con MAN Externalizada*”, como alternativa de evaluación, ya que a priori se visualiza como el modelo más interesante de evaluar, en relación al escenario existente en las zonas concesionadas a CGE.

8.3.4.1.- Cadena del Valor

El concepto que percibe éste análisis, es que todas las tareas realizadas por una organización de negocios pueden ser clasificadas en diez diferentes categorías, las que pertenecen a dos tipos de actividades (Primarias y Secundarias). Las actividades primarias están relacionadas con el movimiento físico de las materias primas y los productos terminados, la producción de bienes y servicios, así como la comercialización, las ventas y los servicios post-venta de los productos de la empresa. Sin embargo, las actividades de apoyo son mucho más invasivas. Su papel esencial es proporcionar apoyo no sólo a las actividades primarias, sino entre sí. Además, se encuentran esparcidas en toda la organización.

Como la cadena de valor está compuesta por el conjunto de actividades llevadas a cabo por la empresa, proporciona una forma muy efectiva de diagnosticar la posición del negocio frente a sus principales competidores, y definir la base para las acciones tendientes a sostener una ventaja competitiva.

El valor generado por una cadena de negocios se mide por medio de los ingresos totales obtenidos a través del pago del comprador por el producto del negocio. Se crea valor agregado cada vez que la contribución del comprador excede el costo total que surge del cumplimiento de todas las actividades de la cadena. La palabra “margen” (ver figura siguiente) pretende captar precisamente la diferencia entre el valor total generado y el costo agregado de las actividades de la cadena.

De acuerdo al modelo de negocios escogido para este análisis, es posible formular una cadena de valor consistente con la operación de la empresa. La figura siguiente, detalla cada uno de los conceptos clave de cada actividad.

Nota: La cadena de valor se presenta en el archivo adjunto, llamado “Cadena de Valor – Proyecto PLC.pdf”. Esta observación solamente es válida para la versión digital de este estudio.

8.3.4.2.- Fortalezas de la Compañía

- **Ventaja comparativa propia de PLC.** De acuerdo al estudio técnico sobre la tecnología PLC, es posible afirmar que este tipo de sistemas pueden ser implementados de manera muy rápida y segura, y a la vez, brindar un servicio competitivo en términos ancho de banda y disponibilidad. La tecnología en sí consiste en una ventaja comparativa que se traduce claramente en una ventaja competitiva si se logra comercializar como una solución adecuada.
- **Bajísimo costo de operación y mantenimiento de las redes.** Este punto tiene también, relación directa con la tecnología PLC. Asegurándose que la instalación inicial de las cabeceras se halla realizado de manera correcta, es posible confiar que el sistema operará eficientemente. Cabe destacar que el medio de propagación de la señal (conductores eléctricos) está siendo ya mantenido por la empresa eléctrica, por lo tanto solamente se debe supervisar su operación.
- **Grandes economías de Scope.** Economías de Scope se presentan al momento de aprovechar los activos que posee CGE en regiones, para el desarrollo de este nuevo negocio, sin perturbar la operación normal de la empresa eléctrica. El impacto se produce básicamente sobre los costos indirectos del proyecto, en términos de arriendo de oficinas, almacenamiento de productos, procesamiento de datos, facturación y despacho de boletas, servicio de Call Center, desarrollo y mantención de sistemas, compartición de gastos administrativos, etc.
- **Información geográfica.** Los sistemas técnicos de la Compañía Eléctrica operan en base a planos sectorizados sobre fotografías georeferenciadas de las ciudades concesionadas. Estos sistemas, permiten proyectar y administrar las redes eléctricas de manera muy eficiente y rápida. Sin mayor complejidad, es posible aprovechar las ventajas de estos sistemas de información, para realizar la administración de la red de telecomunicaciones, lo que se traduciría en una ventaja competitiva fundamentada en la operación de la red.
- **Backoffice consolidado.** Aprovechar el *backoffice* que posee el grupo CGE para operar las diferentes empresas a lo largo del país, es un respaldo evidente. Toda la experiencia de desarrollo de sistemas técnicos, administrativos y comerciales que posee CGE, pueden ser aplicados directamente a los sistemas necesarios para este nuevo negocio. Además, es posible aprovechar el sistema nacional de abastecimiento del grupo de eléctricas, para realizar la logística de productos e insumos necesarios.

8.3.4.3.- Debilidades de la Compañía

- **Dependencia entre la red de datos y la red eléctrica.** Una de las debilidades técnicas más delicadas de este sistema, consiste en la dependencia directa de la red de datos sobre la red eléctrica. Esto implica que cualquier cambio en la topología de la red eléctrica, afectará directamente sobre la red de datos. Si la cobertura del sistema PLC no se diseña de manera adecuada, no se podrá superar este tipo de problemas, lo que traerá consigo serias deficiencias en términos de calidad de servicio.
- **Poca experiencia en la industria de las Telecomunicaciones.** La directiva del Holding CGE ha sabido focalizarse en negocios relacionados con la venta de energía (Eléctrica y Gas) como las industrias más relevantes en términos de participación accionaria. A través de Gasco (56,62% de participación), CGE controla el 51,84% de Metrogas, empresa que a su vez posee el 25,54% de Manquehue Net. Esta última, afectada por dificultades de sus principales accionistas (la inglesa National Grid -NG- y la estadounidense Williams Communications Group), la inestabilidad regional y proyectos fallidos, no ha obtenido resultados prósperos en los últimos ejercicios

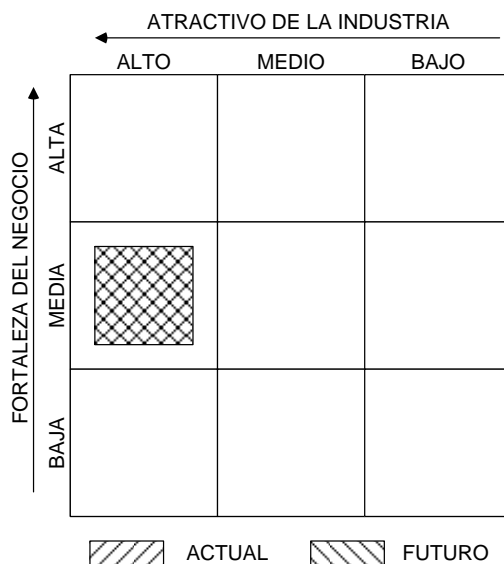
contables. Debido a esto, el directorio del Holding ha mantenido una posición un tanto reticente frente a inversiones en la industria de las telecomunicaciones.

- **Carencia de Dinamismo en la gestión gerencial.** Sin lugar a duda, la labor gerencial de una empresa eléctrica difiere mucho de su par en una empresa de telecomunicaciones. Basta con visualizar ambas industrias desde un punto de vista macro (tamaño, volumen, crecimiento, evolución, etc.), para darse cuenta lo radicalmente diferente que pueden llegar a ser las empresas. En general, una empresa eléctrica opera a un ritmo muy diferente en comparación a una empresa de telecomunicaciones.
- **Restricciones Técnicas propias de la tecnología.** Como fue presentado en el capítulo sobre tecnología PLC, existen numerosos problemas técnicos que el sistema debe superar para asegurar un 100% de cobertura, con estándares adecuados de calidad a la vez. Si los fabricantes de equipos no superan estos problemas, PLC se distanciará notablemente de otras tecnologías de acceso, y terminará por no poder ofrecer suficiente ancho de banda en las condiciones mínimas que exigirá el mercado futuro.

8.3.4.4.- Matriz Atractivo de la industria – Fortaleza del Negocio

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis anteriores, es posible resumir las conclusiones en la siguiente matriz, la que posteriormente ayudará a definir las directrices estratégicas del negocio:

Figura # 60. Matriz Atractivo de la industria / Fortaleza del negocio



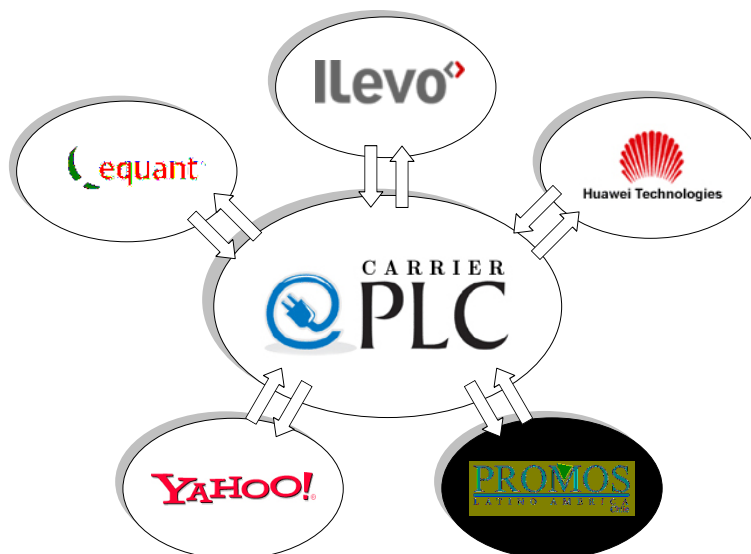
De acuerdo a la matriz anterior, y a lo propuesto por Hax y Majluf en su libro “Estrategias para un liderazgo competitivo”, la directriz más recomendable en base a este escenario es:

- Evaluar potencial para el liderazgo a través de la segmentación
- Identificar debilidades y fortalecerse

8.3.4.5.- Generación de Estrategias

Las alianzas estratégicas propuestas a continuación, tienen como objetivo fortalecer las áreas débiles que tendría la empresa “Carrier PLC”, de acuerdo a su naturaleza de origen. De esta manera, la sinergia producida por las cinco empresas de apoyo involucradas en el negocio, dará como resultado una importante y sostenida ventaja competitiva a la empresa “Carrier PLC”.

Figura # 61. Alianzas estratégicas.



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se detallan las labores de cada una de las empresas involucradas en este modelo:

Ilevo AB:

- Suministro de Equipos PLC.
- Relación comercial directa.
- Traspaso de *Know-How* sobre PLC.

Equant Chile:

- Provisión de Enlaces Internacionales.
- Asesoría Técnica en Internetworking.
- Asesoría Estratégica sobre el Mercado de Acceso a Internet
- Externalización de Servicios Complementarios (como respaldo)

Huawei Technologies Corporation:

- Suministro de Equipos de Internetworking.
- Relación comercial directa.
- Previsión de cambios tecnológicos.
- Continuo desarrollo de nuevas tecnologías, aporta al desarrollo de nuevos servicios.
- Asesoría Técnica y Acceso a Know-How sobre Internetworking.

Yahoo! Inc.:

- Actúa como Proveedor de Contenidos
- Provee de Servicios Complementarios a los clientes: email, chat, noticias, juegos, etc.

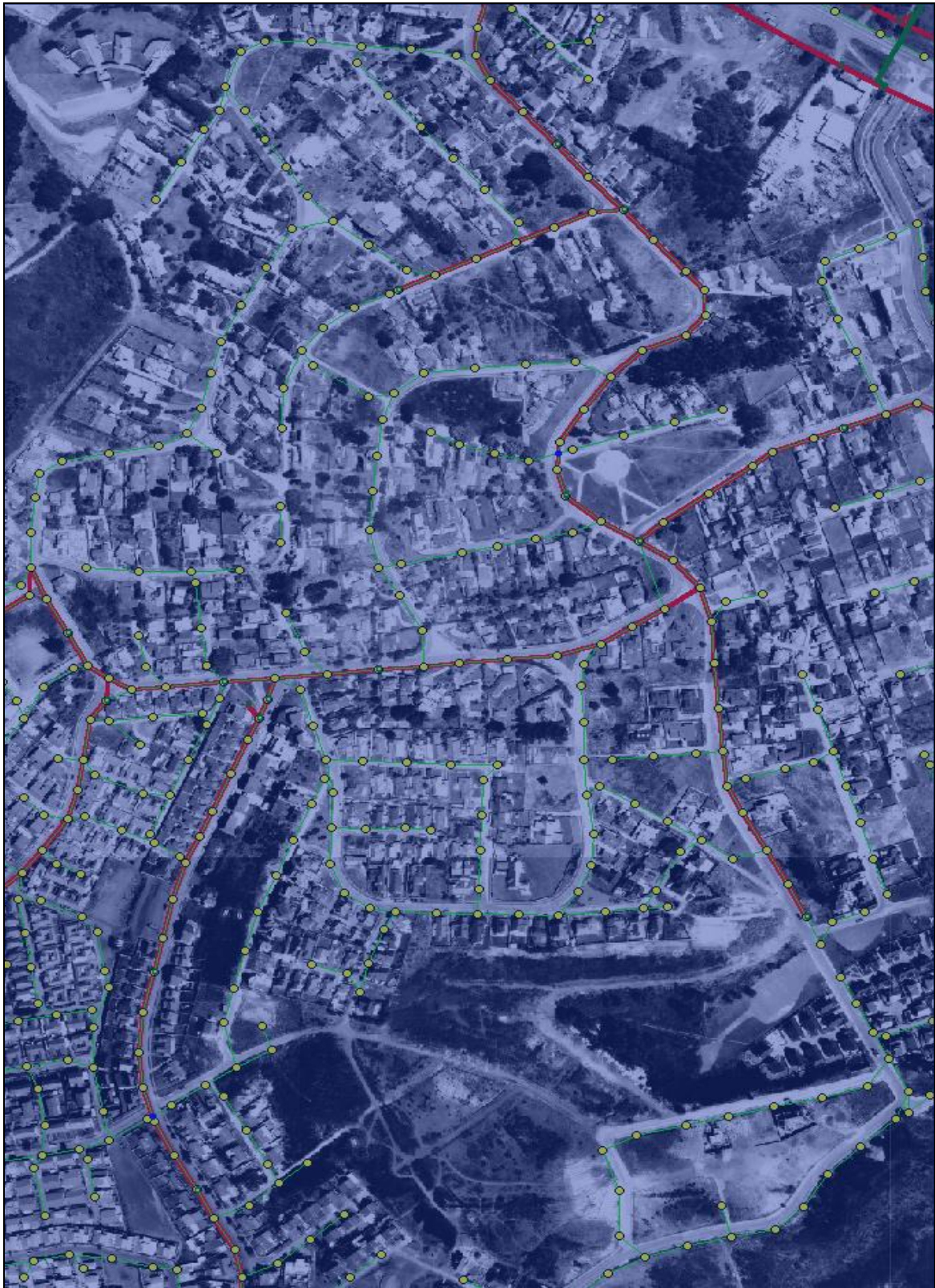
Promos S.A.:

- Brinda Asesoría en Marketing Estratégico
- Desarrollo de Técnicas de Publicidad y Promoción
- Desarrollo de Canales de Distribución

La estructura planteada anteriormente, permite articular el negocio de manera tal, que cada una de las partes involucradas apoye a la empresa “*Carrier PLC*” en las áreas de mayor experiencia y *know-how*. El producto de estas alianzas dará como resultado una ventaja competitiva sostenible. Además, cada una de estas empresas no está presente en el mercado de acceso a internet banda ancha, razón por la cual, el incentivo de posicionarse junto a “*Carrier PLC*” como un proveedor de servicios de excelencia, se manifiesta gracias al atractivo propio de dicho mercado. Dichas empresas visualizan también, las grandes oportunidades presentes en este negocio, las que podrán ser aprovechadas única y exclusivamente si todas las partes trabajan en conjunto para lograr los objetivos del negocio y posicionar, a largo plazo a la empresa, como uno de los operadores de mayor prestigio en su mercado.

La relación comercial entre “*Carrier PLC*” y las distintas empresas se determina de acuerdo al producto o servicio ofrecido. En el capítulo “Análisis de Costos” de detalla cada uno de los costos involucrados en el proyecto.

ANÁLISIS DE MERCADO



9.- ANÁLISIS DE MERCADO

El objetivo de este capítulo es determinar un segmento de mercado atractivo para luego estimar la demanda relevante para el proyecto. Además, deberá proporcionar las herramientas para determinar las necesidades y tendencias del cliente, de manera de diseñar *paquetes de servicios* acorde a sus requerimientos. La información sobre todos los factores relevantes que influyen en la contratación de un servicio de acceso a Internet, deberá sentar base para la formulación de las estrategias de la Compañía.

9.1.- Usuarios de Internet en Chile

De acuerdo a un estudio realizado por la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, llamado "Demografía y Comportamiento de los usuarios de Internet en Chile", es posible plantear las siguientes afirmaciones, en base a los resultados de dicho estudio:

- ✓ En más de un tercio de los Hogares existe al menos un usuario de Internet.
- ✓ El 48,7 % de los usuarios de Internet tiene menos de 24 años.
- ✓ De los usuarios de Internet mayores de 18 años, un 64,5% son hombres y un 34,6% son mujeres.
- ✓ Practicamente el 70% de los usuarios de Internet son personas con acceso a un buen nivel educacional.
- ✓ Casi un tercio de los usuarios mayores de 18 años, cuenta con ingresos familiares mensuales menores a \$ 500.000.
- ✓ El lugar donde se conectan más frecuentemente los usuarios de Internet, es el lugar de trabajo.
- ✓ El mayor uso de Internet, es por razones de Trabajo.
- ✓ De las personas que utilizan la red por motivos de Estudio, la mayoría de las veces lo hace para buscar información financiera.
- ✓ De las personas que utilizan la red por motivos de Entretención, la mayoría de las veces lo hace para buscar música.

9.2.- Segmentación del Mercado

9.2.1.- Segmentación Demográfica

En análisis se centrará en las ciudades de mayor tamaño, en términos de población, para las cuales CGE distribuye energía eléctrica

El análisis se centrará en estudiar la cantidad de hogares constituidos, en lugar de la población total del mercado, así como también el segmento corporativo (PyMEs).

Tabla # 27. Magnitud de la Población en las ciudades objetivo

	Concepción	Talcahuano	Temuco	Talca	Rancagua
Población	331.027	248.543	243.561	171.503	187.324
Cantidad de Contratos de S.E.	115.753	60.611	82.261	58.909	95.239
Cantidad de Contratos BT Residencial	110.947	58.788	78.273	56.638	91.937
Tasa (Población / Contratos)	2,86	4,10	2,96	2,91	2,39
% del Total de Clientes de CGE [Segmento Residencial sobre Totalidad de Clientes de CGE]	95,8 %	96,9 %	95,1 %	96,14 %	96,5 %
Tasa (Población / Contratos BT Residenciales)	2,96	4,22	3,11	3,02	2,03

Fuente: Datos extraídos de resúmenes estadísticos del INE y de CGE

Nota: S.E. = Suministro Eléctrico

Considerando la distribución de Grupos Socio Económicos (GSE) de cada una de las ciudades (tabla siguiente), es posible calcular la cantidad de habitantes por cada uno de estos grupos.

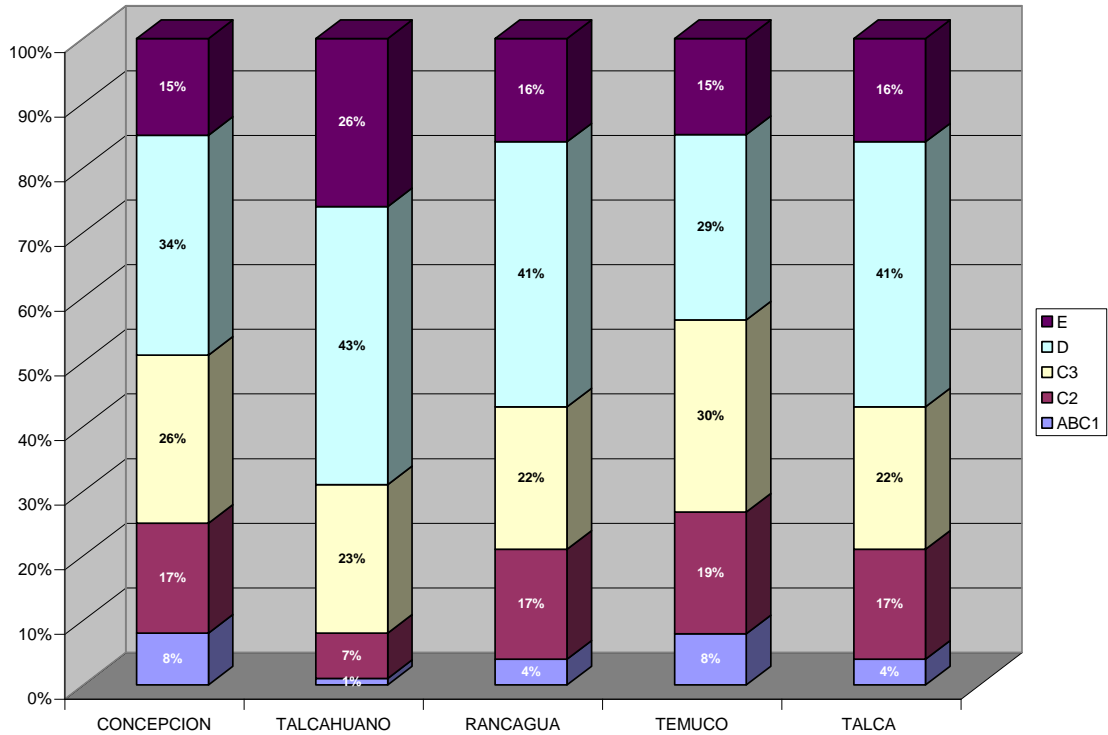
Tabla # 28. Distribución de Grupos Socio Económicos por ciudad

	ABC1	C2	C3	D	E
CONCEPCION	8%	17%	26%	34%	15%
TALCAHUANO	1%	7%	23%	43%	26%
RANCAGUA	4%	17%	22%	41%	16%
TEMUCO	8%	19%	30%	29%	15%
TALCA	4%	17%	22%	41%	16%

Fuente: Novomerc Ltda.

Nota: Cifras correspondientes a dic-2002.

Grafico # 16. Distribución de Grupos socio económicos (GSE) por ciudad de análisis



Fuente: Elaboración Propia

Tabla # 29. Población según Grupo Socio Económico

	ABC1	C2	C3	D	E
CONCEPCION	17.656	37.518	57.381	75.036	33.104
TALCAHUANO	2.932	20.525	67.440	126.084	76.237
RANCAGUA	10.155	43.158	55.851	104.086	40.619
TEMUCO	17.114	42.215	68.457	66.175	34.229
TALCA	7.864	33.422	43.252	80.605	31.456

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando por ciudad, la tasa de Totalidad de Contratos sobre Contratos BT, a la tabla anterior, es posible determinar la magnitud del segmento residencial y comercial pequeño que existe en cada una de las ciudades objetivo.

Tabla # 30. Cantidad de contratos BT Residenciales por Grupos socio económico

	ABC1	C2	C3	D	E
CONCEPCION	8.876	18.861	28.846	37.722	16.642
TALCAHUANO	588	4.115	13.521	25.279	15.285
RANCAGUA	4.091	17.388	22.502	41.936	16.365
TEMUCO	5.277	13.016	21.107	20.403	10.554
TALCA	2.362	10.037	12.988	24.206	9.446

Fuente: Elaboración Propia

Dado el ingreso promedio por hogar de los segmentos C2, D y E, y las características educacionales, sociales y culturales de las familias de estos tipos de GSEs, es muy poco probable que esas familias tengan un Computador Personal en su hogar, por lo que no serán considerados en el análisis. **Los segmentos ABC1 y C2 son los atractivos para este proyecto.**

Para determinar la magnitud del segmento corporativo, el análisis se basará en la cantidad de contratos de suministro eléctrico BT1 del sector corporativo. De esta manera se obtiene directamente la cantidad de pequeñas empresas operando en cada una de las ciudades

Tabla # 31. Segmento Objetivo Residencial.

	Concepción	Talcahuano	Temuco	Talca	Rancagua
SEGMENTO OBJETIVO R. [Cantidad de Hogares]	27.737	4.703	18.292	12.398	21.480
Población Total	220.695	293.219	253.868	196.598	228.190
Población Total en términos de Contratos BT Residenciales	110.947	58.788	91.937	56.638	78.273
% Atractivo del total de los contratos BT Residenciales [Potenciales Clientes /Total de Contratos BT Res]	25 %	8 %	20 %	22 %	27 %
% Atractivo del total de la población [Potenciales Clientes /Población Total]	13 %	2 %	7 %	6 %	9 %

Fuente: Elaboración Propia

Luego de este cálculo, **es posible concluir que en las 5 ciudades de análisis del proyecto, existen, a la fecha, 84.610 potenciales clientes, de los cuales muchos ya cuentan con diferentes servicios de acceso a Internet**, contratados a los operadores que actualmente ofrecen sus servicios en dichas ciudades.

Además, cabe destacar que en la ciudad de Talcahuano, el 43% de la población corresponde al Grupo Socio Económico "D", y a su vez, el GSE "ABC1" alcanza solamente el 1% de la población. Producto de esta situación, el segmento objetivo para esta ciudad es considerablemente menor, en comparación a ciudades de similares tamaños de población.

Sin considerar Talcahuano, es posible afirmar que, en promedio, **la cantidad de potenciales clientes para el proyecto en una ciudad determinada, no supera en magnitud al 10% de la población total de dicha ciudad.**

Por otra parte, se considera también el segmento Corporativo pequeño como atractivo para el proyecto. Es términos simples, se considerará en el análisis la Pequeña Empresa, de acuerdo al tipo de servicio eléctrico que posee contratado. Se asumirá, que el tipo de servicio BT1 contratado por un cliente que no es residencial y es definido como comercial, corresponderá a una PyME. Esta clasificación excluye al segmento industrial, el cual contrata servicios eléctricos de mayor potencia.

De acuerdo a la información entregada por CGE, la cantidad de clientes “Comerciales” que posee la compañía en cada una de las ciudades de análisis es:

Tabla # 32. Cantidad de clientes de acuerdo al segmento comercial

	Concepción	Talcahuano	Temuco	Talca	Rancagua
SEGMENTO OBJETIVO COM.	3.986	1.366	3.510	1.858	1.377
% del Total de Clientes de CGE	3.44 %	2.25 %	4.27 %	3.15 %	1.45 %

Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por CGE.

Las cifras muestran que la ciudad de Temuco posee, en términos porcentuales, mayor cantidad de clientes clasificados en este segmento, mientras que Concepción, la mayor cantidad en términos absolutos.

Como el proyecto considera para el análisis tanto el segmento residencial como el comercial, la siguiente tabla resume las cantidades calculadas en los pasos anteriores:

Segmento Objetivo Total = Residencial (ABC1 + C2) + Corporativo Pequeño
--

Tabla # 33. Cantidad de potenciales clientes de acuerdo a cada ciudad en análisis

	Concepción	Talcahuano	Temuco	Talca	Rancagua
SEGMENTO OBJETIVO RESIDENCIAL [Cantidad de Hogares]	27.737	4.703	18.292	12.398	21.480
SEGMENTO OBJETIVO COMERCIAL [Cantidad de PyMEs]	3.986	1.366	3.510	1.858	1.377
TOTAL	31.723	6.069	21.802	14.256	22.857

Fuente: Elaboración Propia

Como conclusión de este análisis, es posible afirmar que **para las 5 ciudades en cuestión, existen, a la fecha, 96.707 potenciales clientes**, considerando en este valor el total de ambos segmentos, de los cuales muchos ya cuentan con diferentes servicios de acceso a Internet, contratados a los operadores que actualmente ofrecen sus servicios en dichas ciudades.

El resultado anterior, permite cuantificar el universo de clientes potenciales de servicios de acceso tipo banda ancha. De la cifra planteada anteriormente, es posible definir 4 sub-segmentos dentro de los dos grandes grupos objetivo del proyecto:

Tabla # 34. Sub-segmentos en el Mercado de acceso a Internet

Segmento Residencial	Segmento Corporativo
Hogares con PC y sin conexión a Internet	PyMEs con PC y sin conexión a Internet
Hogares con PC y con conexión conmutada	PyMEs con PC y con conexión conmutada
Hogares con PC y con conexión dedicada	PyMEs con PC y con conexión dedicada
Hogares sin PC	PyMEs sin PC

Fuente: Elaboración Propia

9.3.- Proyecciones de Demanda y Penetración de Mercado

El estudio de proyección de demanda tiene como objetivo analizar y describir el comportamiento futuro de la demanda del mercado de acceso a Internet, en términos de crecimiento, distribución geográfica y participación de las tecnologías de acceso. El análisis mismo, se fundamentó en la información recopilada de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, boletines tecnológicos de la prensa nacional y mundial, información del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), estadísticas y proyecciones de *The Yankee Group*, publicaciones de Cisco Systems, informes estadísticos y proyecciones de *The United Telecom Council* (UTC), y del *International Engineering Consortium* (IEC).

El estudio considerará un horizonte de proyección de 7 años, pero considerando como punto de partida el año 1997, año en que el mercado de acceso a Internet comenzó a desarrollarse a nivel nacional. En total, el análisis se desarrollará a partir del año 1997 hasta el 2010.

Como unidad de análisis se consideró la constitución de un hogar o vivienda. Es posible afirmar que, en este caso, cuando se habla de un cliente residencial, se está hablando generalmente de un hogar.

Las tasas de crecimiento de la población chilena durante los últimos 5 años han ido decreciendo, y de acuerdo a las estimaciones del INE, el crecimiento a futuro será también a tasa decreciente. Por supuesto, estas cifras han sido incluidas en el análisis.

A continuación, se entregará una descripción de los criterios y supuestos utilizados en las proyecciones realizadas en este capítulo, y finalmente se presentará una tabla resumen con toda la información.

9.3.1.- Proyección de demanda por servicios de acceso a Internet

La proyección de demanda agregada de servicios de acceso a Internet considera el total de servicios conmutados y dedicados (banda ancha) del segmento residencial y comercial pequeño. Considerando las cifras actuales y la descripción del mercado en términos de cantidades de contratos y participaciones de cada tecnología, se proyectó a 7 años el crecimiento de la demanda total nacional por servicios de acceso, considerando la meta país planteada por la Subtel de llegar a un millón de líneas banda ancha para el bi-centenario, el crecimiento propio del mercado banda ancha, el fenómeno de transición de planes conmutados hacia banda ancha, la demanda insatisfecha generada en hogares que poseen computadoras personales, crecimiento propio de la población chilena y otras variables. Debido a los factores mencionados anteriormente, se estima conveniente utilizar un horizonte de evaluación de 7 años, considerando 1 año como 1 período de análisis.

9.3.2.- Proyección de demanda por zona geográfica

Se ha considerado la agrupación geográfica planteada por el INE, en donde el país se subdivide en cuatro zonas:

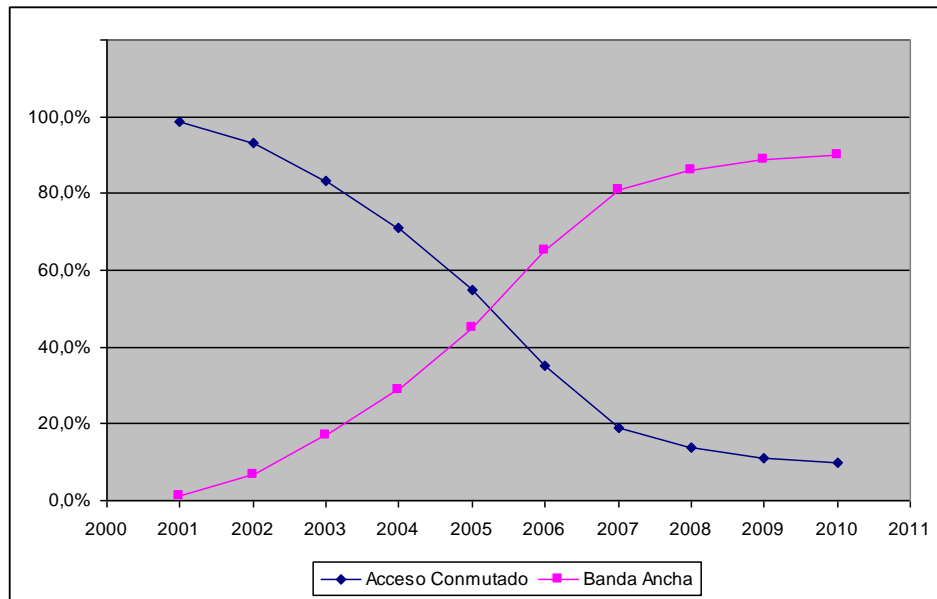
- Zona Norte: Regiones I, II, III
- Zona Central: Regiones IV, V, VI
- Zona Sur: Regiones VII, VIII, IX, X, XI, XII
- Región Metropolitana.

Esto facilita la perspectiva de análisis y permite visualizar de mejor manera los datos presentados. Además, esta etapa ha sido el punto de partida para la estimación de la demanda por cada ciudad en evaluación.

9.3.3.- Proyección de la distribución de planes de acceso Conmutado y B. Ancha

De acuerdo a la tendencia mundial, los servicios de acceso conmutado serán sustituidos por servicios de banda ancha. Esto ha ocurrido en países de alta penetración de servicios de acceso a Internet como Corea del Sur, Canadá, Suecia, entre otros. Esto no quiere decir, que los planes conmutados desaparezcan completamente, sin embargo, se produce un fenómeno de transición periódica, en el cual el mercado se reestructura y finalmente, tenderá a una proporción cercana a 4:1 a favor de los servicios de banda ancha. Se estima que este fenómeno tiene una duración aproximada de 10 años, en base a los estudios del *United Telecom Council (UTC)*. A continuación se presenta un gráfico que muestra una proyección de la participación de mercado de cada segmento, adecuado a la realidad chilena.

Gráfico # 17. Proyección de la participación de Mercado de Acceso Conmutado v/s Acceso B. Ancha



Fuente: Elaboración Propia, en base a información proporcionada por IEC.

9.3.4.- Proyección de la distribución de tecnologías de acceso

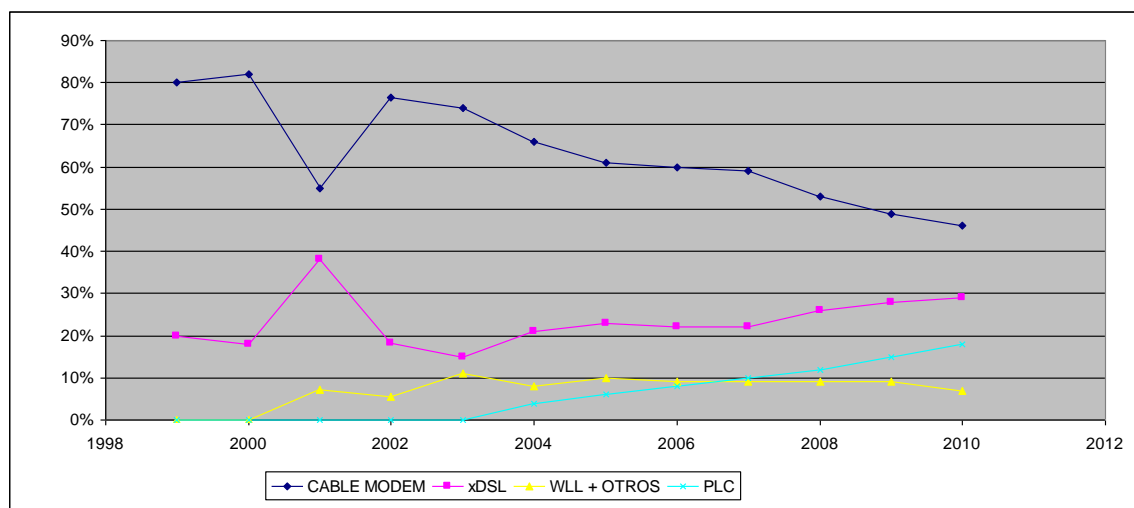
De acuerdo a las estimaciones realizadas por *The Yankee Group* y a las estadísticas mundiales sobre tecnologías de acceso, la tecnología de redes HFC es el candidato más propicio a dominar el mercado chileno, seguido por xDSL. Se estima, que debido al desarrollo tecnológico que tendrá xDSL, impulsado por una necesidad inmediata de parte de las empresas telefónicas mundiales, que ven a esta tecnología como una de las pocas alternativas a futuro para rentabilizar sus redes, VDSL y HDSL será un método de acceso muy atractivo para los clientes de servicios de banda ancha. Esto traerá como consecuencia que HFC pierda participación en el mercado, pero a su vez, mantendrá un liderazgo en términos de cantidad de contratos, debido a que ha sido la tecnología que permitió iniciar, desarrollar y explotar este mercado.

Por otra parte, las tecnologías *Wireless*, y tal vez *LRE* permitirán conectividad a un bajo costo, pero debido a los problemas técnicos que han presentado estas tecnologías, no se considera que tendrán una participación muy activa en el mercado. De todos modos, el desarrollo futuro de la tecnología *Wireless* propone ofrecer una solución muy eficiente en términos de costo y *performance*, por lo que no se descarta en absoluto que esta tecnología también tienda a masificarse.

Además, con las tecnologías basadas en acceso de fibra óptica, como *Fiber-to-the-Neighborhood* (FTTN) o *Fiber-to-the-home* (FTTH), se espera que no experimenten una reducción considerable de precios a mediano plazo, como para llegar plantear una plataforma competitiva de acceso. Se estima que este fenómeno tampoco se presentará dentro de los próximos 10 años para el acceso satelital.

Powerline Communications, debería tener un desarrollo tecnológico rápido, que permitirá básicamente un aumento considerable de ancho de banda y cobertura, además de una reducción en tiempos de latencia. Si las condiciones de demanda de equipos a nivel mundial son las que esperan los proveedores, los precios deberían tender a la baja, lo que se traducirá directamente al cliente final, presentando una oportunidad a las empresas eléctricas para entrar a este nuevo negocio con un servicio simple y altamente competitivo. En todo caso, se proyecta que la penetración de PLC será muy inferior a la de xDSL o HFC, sin embargo, si las condiciones descritas anteriormente y en el análisis particular de PLC, se cumplen, esta tecnología podrá superar ampliamente a WLL y a otras menores. La estrategia adoptada por DS2, incentiva la baja de precios y como consecuencia de esto, más empresas eléctricas decidirán entrar al mercado de las telecomunicaciones. Además, es muy probable que a mediano plazo, entren nuevas empresas a fabricar equipos PLC, lo que también inducirá una reducción de precios en el mercado de equipos PLC. El gráfico siguiente muestra la proyección de la participación de mercado de las diferentes tecnologías de acceso.

Gráfico # 18. Proyección de la participación de Mercado de las tecnologías de acceso



La disminución sustantiva de participación de Cable Modem, puede explicarse debido a que durante el año 2001 Entel lanzó su servicio de acceso WiLL y promociona agresivamente el servicio *ADSL*, mientras que Telefónica CTC y Telefónica del Sur invierten en ampliar su planta externa para desarrollar *ADSL*. Debido a esto, el mercado responde positivamente, demandando importantes cantidades de servicios *ADSL*. Al año siguiente, los clientes perciben muy claramente que la oferta de VTR es muy atractiva, debido a las fuertes campañas de publicidad promovidas por la empresa. Debido al pequeño tamaño del mercado, a fines del año 2001, fue posible un impacto de tal magnitud porcentual por parte de *ADSL*. No se prevee que algún fenómeno similar vuelva a repetirse en el futuro, ya que el mercado adquirirá madurez, y las tecnologías de acceso también lo harán. Posteriormente, se consideró la proyección de *The Yankee Group* para determinar la evolución esperada de las tecnologías al cabo del período de análisis, en donde se espera una participación aproximada al 45% por parte de Cable Modem, un 35% *ADSL* y el 20% restante se distribuirá en otras tecnologías.

9.3.5.- Proyección de demanda por ciudad y por tecnología de acceso

En esta etapa se aisló de la demanda total, la demanda proyectada por cada una de las tecnologías y, además, para cada una de las ciudades en proceso de análisis. Esto se realizó utilizando información proporcionada por el INE, en relación a los resultados del Censo 2002.

9.3.6.- Resumen de Cotas de Estimación

La siguiente tabla presenta un resumen de datos, que representan las cifras iniciales y las cifras estimadas al término del horizonte de evaluación.

Tabla # 35. Resumen de Cotas de Estimación. Período 2003 a 2010

Item	2003	2010 (e)
Población Chilena	15.773.504	17.019.556
Demanda de Servicios de Acceso	891.580	1.386.349
Demanda de Planes de Acceso Conmutado	680.705	138.635
Demanda de Planes de Acceso Dedicado	210.875	1.247.714
Demanda de Planes con Tecnología Cable Modem	156.048	573.948
Demanda de Planes con Tecnología xDSL	31.631	361.837
Demanda de Planes con Tecnología WLL y Otros	21.088	87.340
Demanda de Planes con Tecnología PLC	2.109	224.589
Participación de Mercado de Planes con Tecn. Cable Modem	74%	46%
Participación de Mercado de Planes con Tecn. xDSL	15%	29%
Participación de Mercado de Planes con Tecn. WLL y Otros	10%	7%
Participación de Mercado de Planes con Tecn. PLC	1%	18%
Demanda de Planes de Acceso Dedicado en Rancagua	2.497	34.478
Demanda de Planes de Acceso Dedicado en Talca	1.538	21.240
Demanda de Planes de Acceso Dedicado en Concepción	3.035	40.709
Demanda de Planes de Acceso Dedicado en Talcahuano	1.627	21.794
Demanda de Planes de Acceso Dedicado en Temuco	2.141	28.720

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla de Proyecciones se presenta en el archivo adjunto, llamado “Tabla de Proyecciones – Proyecto PLC.pdf”. Esta observación solamente es válida para la versión digital de este estudio.

9.4.- Determinación de la Demanda Relevante para el Proyecto

La demanda relevante para el proyecto será calculada en base a las cifras determinadas en la segmentación de mercado, considerando las metas de participación de mercado que se deseen alcanzar en los períodos de evaluación y las tasas de crecimiento propias del mercado, proyectadas en este estudio.

La siguiente tabla muestra estos valores:

Tabla # 36. Metas de penetración de mercado

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Penetración	1%	2%	3%	4%	6%	10%	12%	14%

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber estimado la demanda por servicios de acceso dedicado y haber planteado las metas de penetración de mercado deseadas, es posible estimar la demanda relevante para el proyecto:

Tabla # 37. Demanda relevante para el Proyecto

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
RANCAGUA	300	991	2.136	3.476	4.664	5.720	6.896
TALCA	185	611	1.316	2.141	2.873	3.524	4.248
CONCEPCIÓN	396	1.291	2.382	3.943	5.101	6.511	8.142
TALCAHUANO	212	692	1.276	2.112	2.732	3.487	4.359
TEMUCO	279	911	1.680	2.782	3.599	4.594	5.744
TOTAL	1.373	4.495	8.790	14.454	18.969	23.835	29.388

Fuente: Elaboración propia

9.4.1.- Perfil asociado a cada Segmento

En el punto anterior se definieron y cuantificaron los segmentos objetivos a los cuales se ofrecerá el servicio. Hasta este punto del estudio, no se ha definido correctamente el concepto de “servicio” que se ofrecerá al cliente. Se tratará de un portafolio de servicios de valor agregado, específicamente diseñado para cada uno de los sub-grupos objetivo o nichos de mercado dentro de cada segmento:

9.4.1.1.- Segmento Residencial

- 1) Familia con niños de educación básica: Este sub-grupo o nicho de mercado es el que requiere una conexión de menor velocidad y hará uso de la conexión durante las tardes y solo por pocas horas de la noche en días hábiles. Probablemente utilizarán la conexión los fines de semana. El servicio de acceso a Internet otorgará ayuda al estudio escolar de los hijos de la familia y servirá como herramienta de trabajo para los padres durante la noche.

Usos probables:

- Navegación por la Web
- Correo Electrónico
- Bajar música, videos y archivos
- Chat

- 2) Familias con Estudiantes de nivel Superior (Institutos y Universidades):

Las tendencias de uso de este segmento son similares a las propuestas en el punto anterior. La diferencia de este segmento radica fundamentalmente en el perfil de este tipo de usuarios. Ellos harán un uso más intensivo del servicio, dado el nivel educacional en el que se encuentran, han decidido internalizar el uso de Internet como una herramienta de estudios y entretenimiento. Los probables usos del servicio de acceso a Internet serán básicamente muy similares, pero consumirán mayor ancho de banda y tiempo de conexión.

- 3) Ejecutivos y Adultos :

Este segmento se destaca por requerir una conexión de alta velocidad, pero orientada como herramienta de investigación y de negocios. Este perfil de usuario no será intensivo en horas de uso, comparándolo con el perfil anterior, sin embargo requerirá de mayor velocidad por períodos cortos de tiempo.

9.4.1.2.- Segmento Comercial

De acuerdo a la referencia utilizada por el Servicio de Impuestos Internos de Chile (SII) y por el Ministerio de Economía de Chile, las empresas en nuestro país pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

Microempresas: Empresas cuyas ventas anuales son inferiores a 2.400 UF (\$40.184.592 según valor UF al 01/01/2003).

Pequeñas Empresas: Empresas cuyas ventas anuales son superiores a 2.400 UF e inferiores a 25.000 UF.

Medianas Empresas: Empresas cuyas ventas anuales son superiores a 25.000 UF e inferiores a 100.000 UF.

Grandes Empresas: Contribuyentes con ingresos anuales iguales o superiores a 360.000 UTM, en todos y cada uno de los últimos tres años comerciales o que posean un patrimonio, igual o superior a 36.000 UTM en los últimos tres años tributarios.

De acuerdo a las definiciones anteriores, esto implica que en términos de ventas anuales se utiliza el concepto PYMES para las empresas que se encuentran en el rango de UF 2.400 y UF 100.000. de facturación anual.

Generalmente, se aplica una tasa del 2% sobre los ingresos para cuantificar el gasto que debe realizar una empresa en tecnologías de información. De acuerdo a esta suposición, es posible estimar el gasto esperado para cada uno de los segmentos corporativos planteados anteriormente:

Tabla # 38. Gasto en TI para Microempresas y PyMEs

Microempresa			
		<u>Cota Superior</u>	
Ingresos anuales:		2400	(UF)
Gasto anual en Computación:	2%	48	(UF)
Gasto anual en Computación:	2%	811.200	(Pesos)
Pequeñas			
		<u>Cota Inferior</u>	<u>Cota Superior</u>
Ingresos anuales:		2400	25000 (UF)
Gasto anual en Computación:	2%	48	500 (UF)
Gasto anual en Computación:	2%	811.200	8.450.000 (Pesos)
Medianas			
		<u>Cota Inferior</u>	<u>Cota Superior</u>
Ingresos anuales:		25000	100000 (UF)
Gasto anual en Computación:	2%	500	2000 (UF)
Gasto anual en Computación:	2%	8.450.000	33.800.000 (Pesos)

Fuente: SII

Nota: Se utilizó el valor UF correspondiente a 01 / 01 / 2003

Considerando que en la actualidad, la ayuda que presta el uso de un computador personal a la gestión y operación de una empresa, y de acuerdo a que el costo de un equipo es 800.000 pesos aproximadamente, es posible concluir que, por lo menos, todas las PyMEs deberían utilizar a lo menos 1 computador personal en sus labores diarias, y a mediano plazo, las microempresas deberían tener considerado, por lo menos, la adquisición de un computador personal.

Este análisis permite considerar completamente al segmento corporativo pequeño (Microempresas y PyMEs) dentro de la demanda por servicios de acceso a Internet. No se consideran las Grandes Empresas, ya que estas generalmente poseen enlaces dedicados de Fibra Óptica, conectados directamente al Backbone de los ISP o a través de terceros, como es el caso de GTD Teleductos.

9.5.- Suministro de Electricidad v/s Acceso a información

Una de las teorías de la motivación más conocidas es la teoría de la jerarquía de necesidades desarrollada por el psicólogo Abraham Maslow, quién vio las necesidades humanas en forma de una jerarquía que asciende desde el nivel más bajo al más alto y llegó a la conclusión de que cuando se satisface un nivel de necesidades, este tipo de necesidad deja de ser un motivador. Maslow también afirmó que las personas pueden recorrer la jerarquía tanto en sentido ascendente como descendente. La pérdida de la satisfacción actual de una necesidad de nivel inferior, puede reactivar esa necesidad y aumentar su importancia relativa. La persona manifiesta, menos interés en las necesidades de nivel superior antes activas.

Figura # 62. Jerarquía de las Necesidades de Maslow



Fuente: Administración en las Organizaciones.

El cuadro anterior muestra la jerarquía de necesidades planteada por Maslow. De acuerdo con esto, es posible afirmar que el servicio de suministro de energía eléctrica, se ubica en el nivel más inferior, ya que corresponde prácticamente a una necesidad fisiológica.

Por otra parte, los servicios de telecomunicaciones se ubican en niveles más altos, dependiendo del tipo de uso que se le otorgue. Para efectos de este análisis, la telefonía se ubica en un nivel anterior a un servicio de acceso a Internet.

En general, la población siente confianza y estabilidad de suministro con las empresas eléctricas, ya que estas ofrecen un servicio orientado al primer nivel de necesidades, lo que ha obligado a las entidades reguladoras a ser muy exigentes, en términos del *Up-time* y calidad del servicio.

Al contrario, las empresas de telecomunicaciones son focos de desconfianza por parte de la población, debido a los constantes errores acontecidos en los sistemas de tarificación y las tarifas indiscriminadamente altas cobradas en algunos casos. Lo planteado anteriormente es una tendencia a nivel mundial, que en Chile también está presente.

Powerline Communications permite ofrecer un servicio orientado a las Necesidades Sociales y de Ego, por parte de una Compañía que ha ofrecido por décadas un servicio básico orientado a Necesidades Fisiológicas y superiores, **por lo que es sumamente necesario conservar la confianza de los clientes hacia la compañía, cuando decidan contratar un servicio PLC.**

Lo anterior nos lleva a definir estándares de calidad muy superiores a los que actualmente utilizan los operadores del mercado, en términos de calidad de servicio y *Up-Time*.

Además, el plan tarifario del portafolio de servicios debe ser absolutamente transparente y consistente, de manera de que el cliente sienta que ha contratado un servicio adicional de una empresa eléctrica y NO un servicio de una empresa telefónica.

9.6.- Diseño del Portafolio de Servicios

Es muy importante tener en cuenta, que el abonado NO está contratando PLC, sino que un servicio de acceso de alta velocidad y un portafolio de servicios complementarios.

En la actualidad existen bastantes ISPs en Chile que ofrecen servicios muy variados en velocidad de conexión y tecnologías de acceso, pero en esencia se trata de lo mismo: acceso a Internet. En términos generales, el servicio de acceso a Internet es un *commodity*, como lo es el cobre, el combustible, la harina, etc. Paulatinamente, el mercado ha tendido a un equilibrio de precios, al cual los clientes han sabido acostumbrarse, mientras que la oferta de servicios ha aumentado considerablemente año tras año, por lo tanto, la diferenciación se convierte en una estrategia clave para el éxito del proyecto.

El caso de VTR, que en pocos años ha llegado a captar el 45% del mercado, deja en claro que un buen portafolio de servicios es la clave para captar, satisfacer y fidelizar a los clientes.

Para efectos de este proyecto, se definirá un portafolio de servicios acorde a cada segmento, y a cada nicho de mercado, el que deberá ser presentado como un “paquete” de servicios al minuto de realizar las campañas publicitarias.

De acuerdo al estudio de la tecnología en sí y a las pruebas de campo y de laboratorio realizadas por CGE en su proyecto piloto, es posible afirmar que mediante la tecnología PLC se pueden ofrecer los siguientes servicios, con estándares de calidad acorde a las necesidades del mercado nacional:

- 1) Acceso a Internet en velocidades desde 128 kbps a 1.0 Mbps
- 2) Voz sobre IP como sustituto al servicio de telefonía tradicional
- 3) TV on Demand sobre IP como un servicio *Pay-Per-View* de Video (Calidad 512 Kbps)
- 4) Teleseguridad o Monitoreo Remoto
- 5) Domótica o Control a Distancia

El listado anterior muestra los servicios ordenados de acuerdo al nivel de dificultad técnica de implementación, que además, coincide con el desarrollo histórico de servicios ofrecidos por los *carriers* nacionales.

Como se destacó en el análisis de la tecnología PLC, **el servicio de Telefonía IP a través de PLC, debe ser considerado como una segunda línea telefónica para el hogar o la empresa**, debido a que su operación se sustenta en la plataforma eléctrica y en caso de alguna falla en esta última, el servicio de telefonía quedará inhabilitado (no es el caso de las líneas analógicas tradicionales). Esta condición, reduce significativamente la estimación de demanda de planes telefónicos, tomando en cuenta la actual penetración y crecimiento de la telefonía móvil. Además, el mercado de la telefonía local y larga distancia se encuentra muy protegido y entrabado legalmente, a través de regulaciones técnicas y comerciales dictaminadas por la Subtel, lo que en definitiva, hace muy poco atractivo (en la actualidad) plantear este servicio como parte del análisis de este proyecto.

Para efectos de este estudio, se considera únicamente el servicio de acceso a Internet, sin descartar, en ningún caso, cualquier otro servicio que pueda ser implementado sobre esta plataforma.

Como un mecanismo de agregación de valor al servicio, se sugiere ofrecer un portafolio de servicios complementarios, los que simplemente consisten en brindar aplicaciones específicas como:

- Correo electrónico, como incentivo a la permanencia de los clientes
- Webhosting, como un servicio atractivo para captar clientes

Adicionalmente, es posible ofrecer como alternativa, equipos de respaldo de energía, como una herramienta de seguridad para los equipos del cliente:

- Respaldo de Energía (UPS), como un servicio atractivo para captar clientes

9.7.- Estructuración de Planes y Tarifas

La tendencia mundial en términos del tipo de plan y las tarifas aplicadas a servicios de acceso a Internet tipo banda ancha, consiste en evolucionar a planes con tarifas de tipo *semi-planas*, en lugar de aplicar tarifas fijas (*planas*). Esto se debe, a que los usuarios, generalmente, cuando hacen uso de planes ilimitados, tienden a maximizar el tráfico generado hacia su(s) computador(es) personal(es). A la fecha, existe en Chile una oferta de 101 planes de acceso tipo ADSL, considerando todos los ISP que poseen la plataforma tecnológica adecuada para prestar este tipo de servicios. Por otra parte, solamente existen 9 tipos de planes ofrecidos con tecnología Cable Modem (VTR y Metrópolis) y solamente 4 planes tipo WLL (solamente Entel Internet). A continuación se presenta un resumen de las tarifas ofrecidas de acuerdo a la velocidad contratada en el servicio:

Tabla # 39. Resumen de Tarifas para servicios de acceso dedicado

Velocidad (kbps)	Mínimo	Promedio	Máximo
128 - 200	18.800	24.023	29.990
256 - 300	24.900	29.032	32.800
320 - 384	29.800	32.948	36.990
512 - 640	29.900	39.923	47.990
1.024	59.800	136.986	177.450
2.048	149.565	221.629	447.850

Fuente: Informe Estadístico Subtel – Diciembre 2002

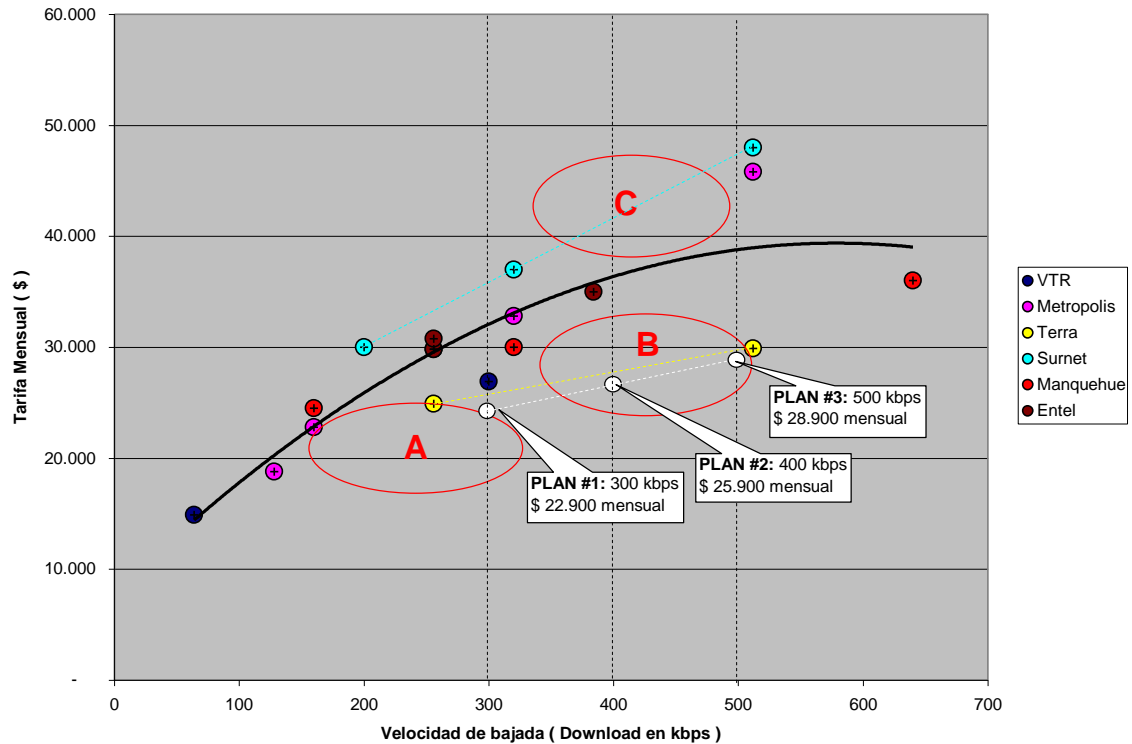
Nota: Las cifras se encuentra expresadas en pesos chilenos (\$)

Es muy evidente que existen grandes diferencias de precio, para cada uno de los niveles de velocidad de conexión. Esto se debe básicamente a las siguientes razones:

- No todos los ISPs ofrecen las mismas tazas de *Overbooking* (compartición de enlaces).
- Existen ISPs que deben pagar cargos de acceso al utilizar redes de otros *Carriers*.
- Para un plan de iguales características técnicas, el plazo de término de contrato incide inversamente en la mensualidad (Menor plazo, mayor cuota y viceversa).

El siguiente gráfico muestra los planes tarifarios de los principales actores de este mercado, concentrando la atención en planes de velocidad bajo 700 kbps.

Gráfico # 3. Mapa Tarifario para el Mercado de Acceso a Internet Banda Ancha en Chile



Al observar este mapa llama la atención, que muchos de los ISPs ofrecen tarifas linealmente dependientes (salvo Metropolis), mientras que la tendencia del mercado se aproxima a una curva con pendiente decreciente, en función del ancho de banda. Además, es interesante destacar que, claramente, las curvas tarifarias de estas empresas poseen diferente pendiente lo que dice relación con la estructura de costos de cada ISP. Terra y VTR poseen las tarifas más económicas, mientras que Telefónica del Sur se encuentra en el margen superior del grupo, debido a que ofrece sus servicios en zonas de menor competencia. Las zonas destacadas “A” y “B” muestran los segmentos libres para entrar al mercado y competir por liderazgo en costos, mientras que la zona “C”, destaca un espacio atractivo para competir por diferenciación. La ventaja estrategia genérica para el negocio fue “Liderazgo en costos”.

Por otra parte, en países europeos (Alemania, Austria, Suiza, Suecia, etc.) en donde ya se ha comenzado la comercialización de servicios de acceso a través de PLC, la tarificación se lleva a cabo contabilizando la cantidad de información que el usuario *baja* desde Internet. De acuerdo al plan contratado, el cliente tiene una cuota determinada de Megabytes o Gigabytes mensuales que puede bajar. Si se llega a superar esta cuota, por cada Megabyte adicional, el cliente debe pagar una cantidad de dinero. El modelo es muy similar a los planes de telefonía móvil aplicados en nuestro país. Si bien este método de tarificación no se ha aplicado todavía en Chile, y la tarifa plana es percibida por el cliente como un método simple y libre de confusiones, el método de tarifa semi-plana permitiría una rápida captación de clientes, si se adecua correcta y adecuadamente a las condiciones del mercado nacional. Este fenómeno se cumplirá única y exclusivamente si el consumidor logra percibir que con tarifas planas, los ISP están acaparando todo el excedente de tráfico que el usuario no solicita.

Como punto de partida, se considera comenzar con planes de tarifa plana (homologados al mercado nacional) y posteriormente, como estrategia de diferenciación, no se descarta ofrecer planes de tarifa semi-plana. Para efectos de simplificar el análisis, no se considera lo anterior en los cálculos.

De esta manera, se propone ofrecer al mercado el siguiente portafolio de planes de acceso:

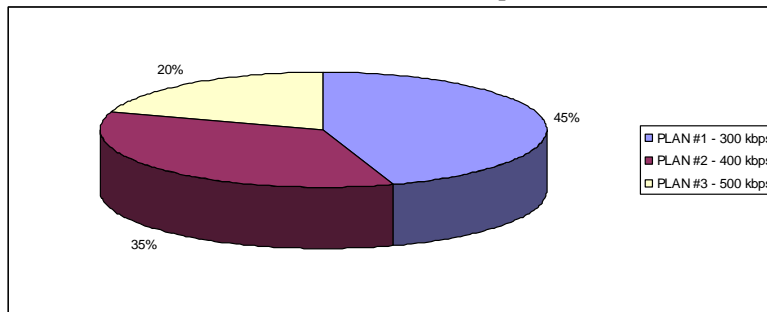
Tabla # 40. Portafolio de Planes. Oferta del Proyecto

Plan	Velocidad promovida	Instalación	Costo Mensual
Light	300 kbps	\$ 10.000	\$ 22.900
Standard	400 kbps	\$ 10.000	\$ 25.900
Premium	500 kbps	\$ 10.000	\$ 28.900

Fuente: Elaboración Propia

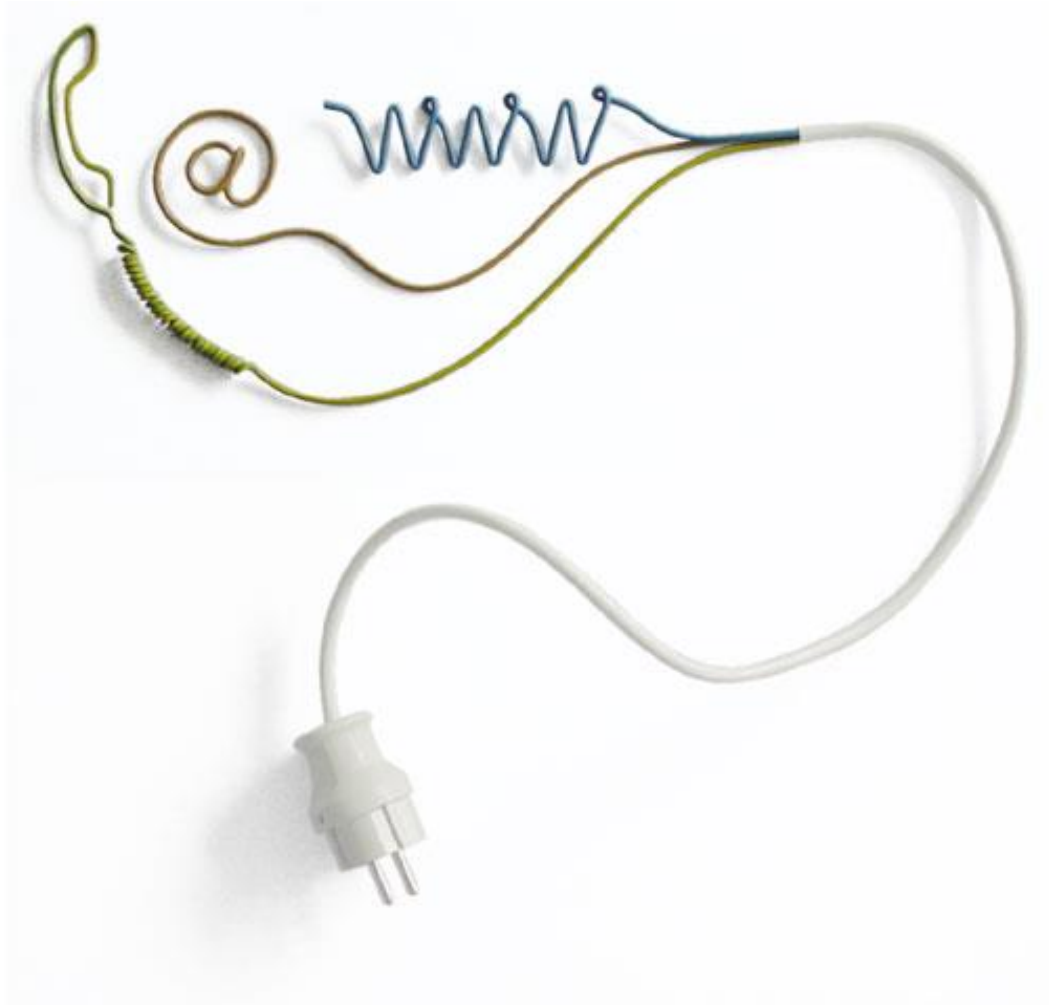
Luego de plantear la oferta de servicios, se supone que la distribución de la demanda, en términos de los planes presentados anteriormente será:

Gráfico # 4. Distribución de la Demanda por Planes de Acceso.



Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS TÉCNICO



10.- ANÁLISIS TÉCNICO

El análisis técnico considerará uno de los dos escenarios de implementación, de acuerdo al modelo jerárquico de diseño de redes, presentado en el capítulo 5:

- 1.- Diseño de la plataforma completa en sus tres niveles: Núcleo, Distribución y Acceso
- 2.- Diseño de la plataforma en 2 niveles: Núcleo y Acceso

El primer punto considera el diseño de la red completa, en términos de ingeniería básica, entregando como resultado una topología acorde a las necesidades del proyecto y una selección de equipos adecuada, comenzando desde el núcleo de la red (*NOCs*), pasando por la plataforma de transporte metropolitano (*MAN*) y terminando con los *loops locales* y la red PLC.

El segundo escenario considera únicamente el diseño de los centros de operación (*NOCs*) y la plataforma PLC, pero además declarando las condiciones técnicas que permitan externalizar el transporte de datos entre ambos puntos, manteniendo los estándares mínimos de operación y de calidad necesarios para un correcto funcionamiento del sistema.

El análisis considerará este último modelo como el adecuado para iniciar el proyecto. Los cálculos, estimaciones y proyecciones de todas las variables en juego, serán realizados en base a este modelo de operación.

10.1.- Condiciones de Diseño de la Plataforma

Una de las restricciones más importantes a considerar en el diseño de una plataforma que permita el tráfico de paquetes IP para servicios de telefonía y video, es la latencia máxima que debe existir entre el abonado y el proveedor de servicios. Para esto, se presenta a continuación una tabla que resume los tiempos de *delay* máximos de acuerdo a cada equipo o plataforma que enfrenta un paquete IP:

Tabla # 41. Tabla de Delay máximo como condición de diseño para la Red MAN

Equipo / Proceso		Delay máximo (ms)
Teléfono + Interfaz análoga	CLIENTE	0
Codificado G.729A	MODEM PLC	< 5
Paquetizado (20 Bytes / Paquete)	MODEM PLC	20
PLC	MASTER - MODEM	80
Transmisión Anillos Locales	Loop Locales	< 10
Backbone	Red Metro	< 10
Buffer en Gateways	NOC	30
Decodificado G. 729A	NOC	< 5
Tráfico en la PSTN	Proveedor PSTN	10
TOTAL:		≈ 150 ms

Fuente: ASCOM Powerline – Backbone Design Reference.

En términos de la disponibilidad del sistema, es necesario contar con una plataforma full redundante en su capa física, enlace y red, que permita un Uptime de un 99,99% anual, para asegurar una calidad de servicio óptima, en relación al núcleo de operación de la red. La siguiente tabla muestra una comparación de los distintos niveles de disponibilidad:

Tabla # 42. Disponibilidad de un sistema

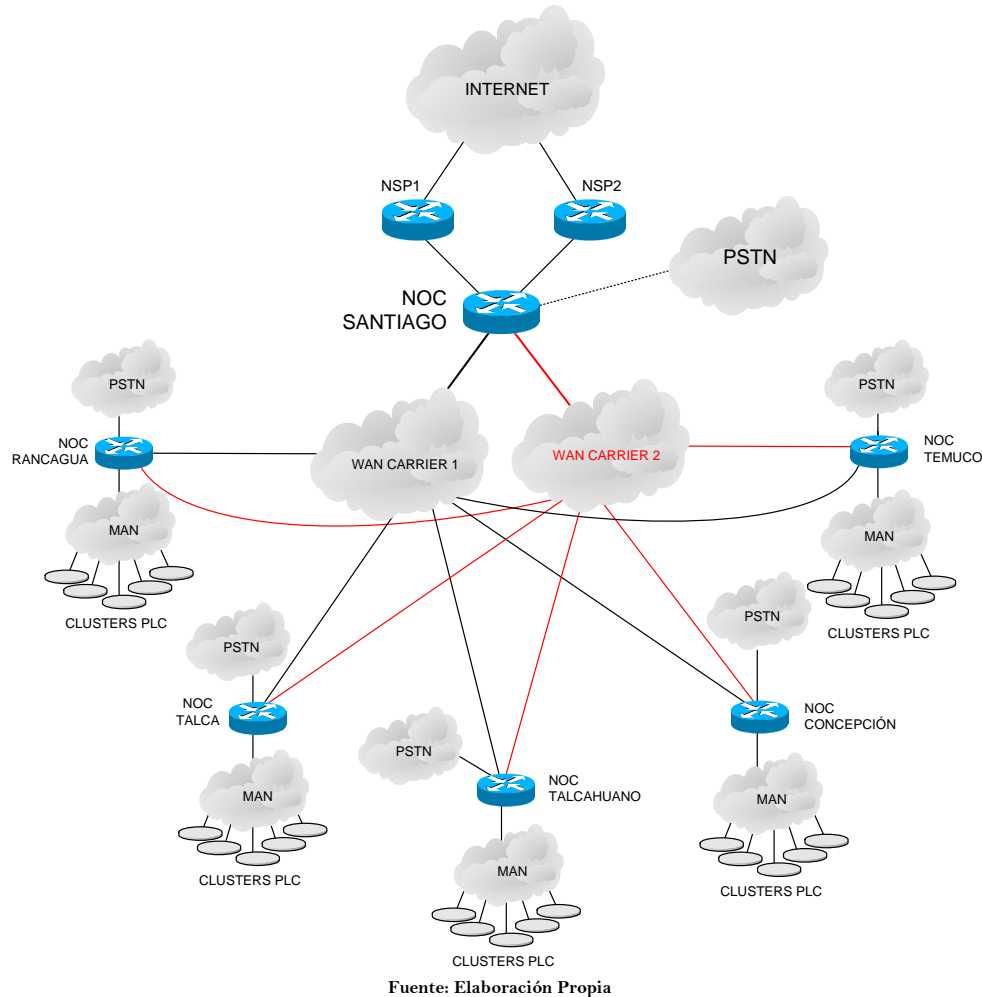
Disponibilidad	Down-Time anual
95,00%	18,25 días
98,00%	7,3 días
99,00%	87,6 horas
99,98%	105,12 minutos
99,99%	52 minutos

Fuente: Elaboración Propia

10.2.- Visión Global de la Plataforma

La plataforma debe permitir asegurar los objetivos y estándares claves requeridos por el negocio en particular. Las aplicaciones no deben experimentar bajas, la disponibilidad general debe ser de un 99,99% y el desempeño debe ser óptimo en términos de *performance* y administración de recursos (QoS). Debe permitir escalabilidad en capacidad y en adición de nuevos servicios, además de redundancia. Debe ser una plataforma segura que no posibilite acciones de Hackers, tolerante a fallas y finalmente debe ser costo-eficiente. La siguiente figura muestra la topología de la plataforma de telecomunicaciones planteada para el proyecto:

Figura # 63. Topología de la Plataforma



Un modelo bastante adecuado para cumplir con estos requerimientos, es el propuesto por Cisco Systems, el cual consiste básicamente en realizar un diseño jerárquico y modular, tanto a nivel de núcleo como a nivel de distribución y acceso. Mediante la agrupación de equipos en bloques operativos, con funciones muy bien definidas, es posible llegar a la meta planteada.

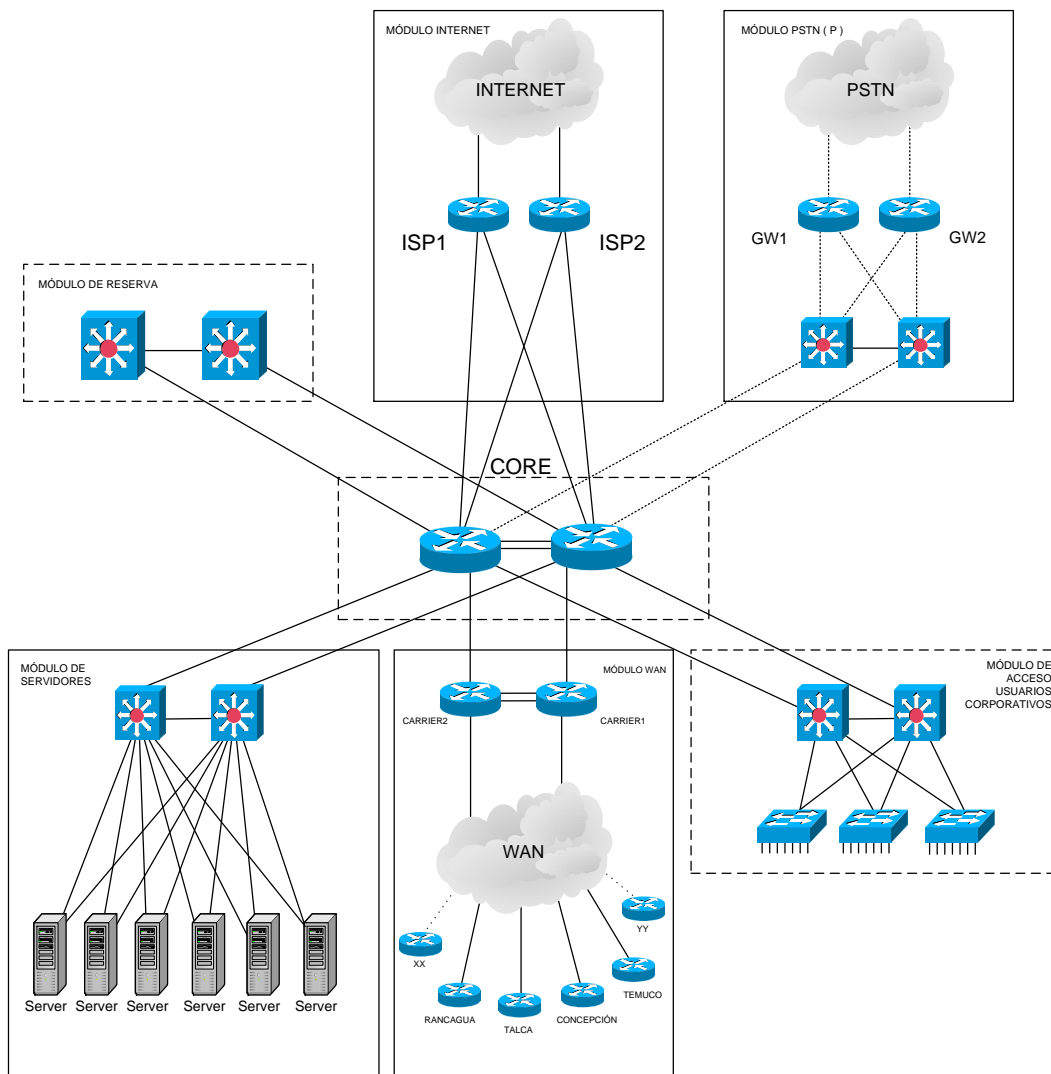
10.3.- Descripción Modular del NOC Central

La figura presentada en la página siguiente, muestra de manera clara el diseño adecuado de un *Network Operations Center* (*NOC*), considerando las conexiones con la red de distribución (*MAN*), los enlaces hacia los proveedores de servicios de Internet (*NSPs*), los enlaces *WAN* y los enlaces a la Red Pública de Telefonía Conmutada (*RPTC* o *PSTN*). La modularidad del diseño, permite escalabilidad y flexibilidad para adicionar nuevos servicios o conexiones con otro tipo de redes, como por ejemplo, redes de otras empresas relacionadas, *carriers*, operadores de telefonía móvil, *datacenters*, etc.

Los equipos *Core*, son los encargados en enrutar los paquetes hacia los distintos módulos, dependiendo del origen y el destino de estos paquetes, y se ubican en el núcleo de cada *NOC*. Cabe destacar que el módulo de conexión con la red pública de telefonía conmutada (*PSTN*) se ha incluido en carácter de “Proyectado”, debido a la alta probabilidad futura de incorporar al sistema el servicio de telefonía IP. Así mismo, si se desea internalizar a futuro un servicio adicional para el cliente, como por ejemplo *Video-on-demand*, bastaría simplemente adicionar un módulo que cumpla con los requerimientos técnicos para prestar este tipo de servicios, y luego conectarlo al núcleo de la red. Tanto la conexión entre los equipos que componen los módulos, como la interconexión entre módulos se realizará mediante fibra óptica multimodo, a través de interfaces *GBIC* que ofrecen conectividad a 1 Gbps de velocidad a nivel 2, lo que asegura una latencia mínima al interior del *NOC*.

Por ejemplo, una manera de reducir costos directos de operación, específicamente el gasto en ancho de banda internacional, consiste en instalar motores de almacenamiento dinámico de contenido o *Servidores de Cache*. Con el diseño planteado, será posible adicionar un módulo de *Cache* escalable en términos de capacidad de almacenamiento. De acuerdo al tipo de usuarios, hay especialistas en el tema que aseguran reducir hasta en un 80% el consumo de ancho de banda, de acuerdo a los algoritmos de operación de los sistemas más modernos.

Figura # 64. Estructura genérica del NOC Central



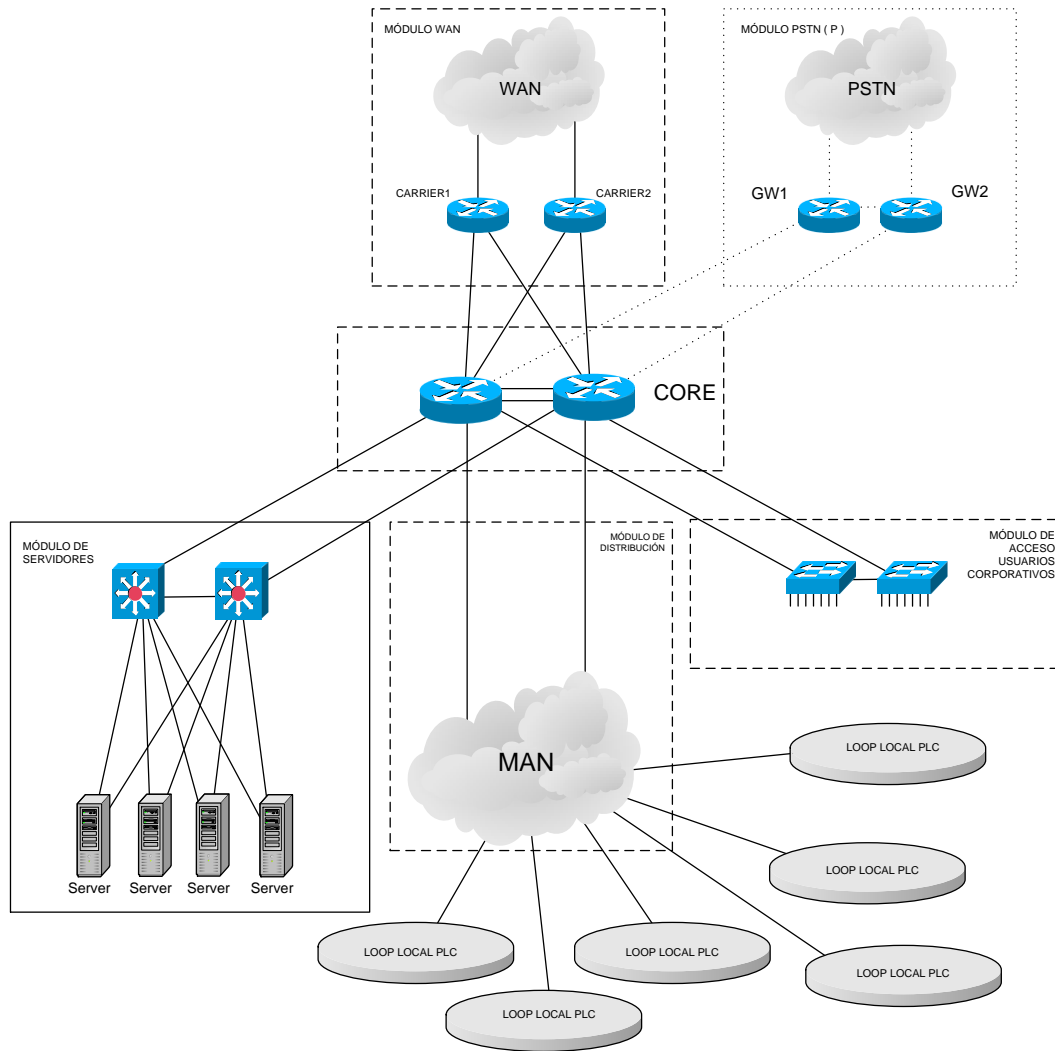
Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista de la redundancia del sistema, cada equipo se encuentra replicado en los distintos niveles y módulos del modelo. Esto asegura una altísima disponibilidad y minimiza la probabilidad de baja. De acuerdo al diagrama anterior, es posible apreciar que en el NOC Central converge toda la información de los NOCs Locales, y por lo tanto, es posible brindar en este nodo (NOC Central), la mayoría de los servicios de la plataforma. De esta manera, se producen economías de escala, en términos de capacidad de equipos de comunicaciones, servidores, enlaces y horas-hombre en administración de recursos.

10.4.- Descripción Modular un NOC Local

La topología será de tipo estrella (al igual que en el NOC Central), en donde cada extremo consistirá en un módulo de conectividad, y su núcleo será responsable de enrutar los paquetes según sean sus características de origen y destino. La ventaja de utilizar un diseño modular, radica en la independencia que el modelo adquiere frente al tamaño de la instalación. En este caso en particular, cada cabecera de módulo puede ser resumida en una tarjeta insertada dentro de un *router core*. La figura siguiente muestra una arquitectura simplificada de un NOC:

Figura # 65. Estructura de un NOC Local



Fuente: Elaboración propia

10.5.- Módulos de Conectividad

A continuación se presenta una descripción de cada módulo, la que culmina en la selección de los equipos.

10.5.1.-Módulo de Distribución (NOCs Locales)

En esta etapa se realizará la interconexión con el proveedor de la red MAN, el que ofrecerá conectividad entre el NOC y los *Loops Locales*. No se requiere gran densidad de puertos en los equipos, por lo que en una primera instancia, el proveedor se conectará directamente a los *routers core*. Capacidad de ruteo de nivel 3 con *OSPF*, májoro de *QoS* (802.1p), *VLANs* en 802.1q para una segmentación lógica, *Hot Standby* como método de redundancia lógica (*HSRP*), *Link Aggregation* para ampliar el ancho de banda de *uplinks* (flexibilidad), filtrado de paquetes con listas de acceso como método de seguridad, *SNMP* y *RMON* para la administración, corresponden a los protocolos mínimos requeridos a este nivel.

10.5.2.-Módulo de Servidores (NOC Central y Locales)

Este módulo es responsable de brindar conectividad entre el pool de servidores y la red, ya sea a nivel centralizado y/o a nivel local. La siguiente tabla muestra los respectivos servicios asociados a cada uno de los nodos en particular:

Tabla # 43. Pool de Servidores

SERVICIO	APLICACIÓN	UBICACIÓN
Base de Datos	Almacenamiento y Procesamiento de Datos	NOC Central
Network Management System	Gestión de la Plataforma Completa	NOC Central
Terminal Server	Acceso Remoto	NOC Central
HTTP	Webhosting Site Corporativo	NOC Central
HTTP	Webhosting Clientes	NOC Central
FTP	Servidor de Archivos	NOC Central
DNS	Administración de nombres y dominios	NOC Central
MRTG	Estadísticas	NOC Central y Locales
DHCP	Direccionamiento IP	NOC Locales
Network Management Stations	Gestión de la Plataforma Local	NOC Locales

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la totalidad de equipos, y como una buena práctica de escalabilidad y redundancia, se recomienda el uso de 2 *switches* de 24 puertos 10/100 Mbps *Ethernet*. Todos estos servidores han sido concebidos con 2 interfaces de red, de manera de asegurar conectividad. Del punto de vista de la funcionalidad de estos equipos (*switches*) deben cumplir con los estándares definidos para el módulo anterior. Solamente cuatro servidores tendrán interfaces GIGA, debido al consumo intensivo de ancho de banda, de acuerdo al tipo de aplicación que ejecutan. Si a futuro se requiere mayor cantidad de puertos, será posible duplicar la capacidad de este módulo, simplemente adicionando la misma cantidad de equipos, y luego interconectándolos entre ellos en estrella contra el *Core*.

10.5.3.-Módulo de acceso para usuarios corporativos (NOC Central y Locales)

En este nivel de acceso, se interconectarán los usuarios corporativos a la red, por lo que será de suma importancia aplicar políticas de seguridad y autenticación de usuarios. Además, se conectarán a este nivel las impresoras, UPS, y cualquier otro equipo que requiera conectividad a nivel de usuario corporativo. Dependiendo de la cantidad de usuarios que trabaje en cada establecimiento, la cantidad de *switches* de acceso, en este caso, *switches* de nivel 2 con funcionalidad de nivel 3, aumentará para cubrir los requerimientos de puertos que sean necesarios. Como equipos de convergencia, se requerirá *switches multilayer similares* a los seleccionados anteriormente.

10.5.4.-Módulo WAN

Este módulo será el encargado en intercomunicar todos los establecimientos de la empresa, a través de la red WAN contratada a un proveedor de servicios. El uso de este enlace es tanto corporativo como de producción, ya que permitirá una rápida convergencia para el tráfico entre las ciudades que ofrezcan el servicio PLC. Todos los estándares mencionados anteriormente se aplican a la selección de este equipo.

10.5.5.-Módulo de Internet (NOC Central)

Este módulo brindará conectividad entre el NOC y los *Network Service Providers* (NSP), en otras palabras, será el módulo de enlaces a Internet. Se requiere que el equipo brinde modularidad a nivel de interfaces, lo que permite escalabilidad y control de recursos, a través de protocolos de nivel 2 como *Ethernet*, ATM, ISDN, ADSL. Esto permite incluso ofrecer enlaces ADSL o ISDN (instalando los módulos adecuados) como nueva alternativa de rentabilizar la plataforma. Además debe ofrecer una sólida plataforma de seguridad, mediante herramientas de *firewall*. Debe soportar interfaces ópticas (fibra), ya que este es el medio comúnmente utilizado por los NSP. No es necesario utilizar interfaces *Gigabit*, ya que el Backbone nacional no es capaz de ofrecer este tipo de enlaces a los ISPs locales. Basta con observar la interconexión entre los PIT (que en teoría representan el núcleo del Backbone chileno), en donde se utilizan enlaces *Ethernet* 100 Mbps o ATM 155 Mbps.

10.5.6.-Núcleo de la Red

Los *Routers Core* son los equipos responsables de enrutar los paquetes IP entre los módulos de red señalados anteriormente. A través de ellos, se cursará todo el tráfico de la red. Se requiere una baja densidad de puertas, pero una alta velocidad y capacidad de ruteo. Deben ofrecer balanceo de carga y un uso eficiente y controlado de ancho de banda. Estos equipos operan en base al *Trust Model for QoS*, que consiste en confiar que los paquetes entrantes ya vienen clasificados (términos de prioridad) por los módulos de menor jerarquía, de manera de aliviar el uso de la CPU de estos equipos. Deben permitir la agregación de enlaces y deben ser modulares. Redundancia de tarjetas, ventiladores y fuentes de poder aseguran una operación ininterrumpida del servicio. Debe soportar interfaces *Gigabit*, de manera de interconectar los módulos de red instalados en el NOC.

10.5.7.-Selección de Equipos

Tabla # 44. Selección de Equipos de Comunicaciones – NOC Central

MODULO	CANTIDAD	EQUIPO	COSTO (USD)
Equipos CORE (HUAWEI)	2	Quidway NetEngine 40-8 Switch Router, incl.: - 2x Switching Route Unit - 2x AC Power Module - 1x Fan Frame - 1x IP/MPLS Fortwared Host Software of NetEngine - 1x 16-Port FE Electrical Interface Line Process Card - 1x 16-Port FE Multimode Interface Line Process Card - 1x 4-Port GE Multimode GBIC Line Process Card (5 Slots Libres)	Costo Unitario : 39.670.- Costo Total : 79.340.-
Módulo de Servidores (HUAWEI)	2	Quidway 5516 Gigabit Routing Switch, incl.: - 3x 4-Port 10/100/1000Base-T module - 1x 4-Port 1000Base-SX module	Costo Unitario : 5.806.- Costo Total : 11.612.-
Módulo WAN	-	* Conexión directa al Core de la red	-
Módulo Internet	-	* Conexión directa al Core de la red	-
Módulo Usuarios Corp. (HUAWEI)	2	Quidway 3526E Enterprise Central Routing Switch, incl.: - 2x 1-Port 1000Base-SX module	Costo Unitario : 1.644.- Costo Total : 3.288.-
Módulo de Distribución	-	* Conexión directa al Core de la red	-
Módulo PSTN (P) (HUAWEI)	2 (P)	Proyectado en caso de contratar el servicio de telefonía: Quidway A8010 Mini-Expert Access Server 2E1	Costo Unitario : 7.584.- Costo Total : 15.168.-

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Huawei Technologies Co., Ltd.

Tabla # 45. Selección de Equipos e Infraestructura Informática – NOC Central

ITEM	CANTIDAD	EQUIPO	COSTO (USD)
Servidores (INTEL)	8	2 Procesadores Intel Xeon 2.4 Ghz 512K 400 FSB 2 Mem Kingston 1024 MB PC266 ECC Cert Intel 1 Gabinete SR1300 1U Rack SVR CHAS 2 HD Cheetah 73 GB 15K SCSI 4,7ms 80 Pines Ultra 320 1 Backplane SCSI para chasis SR1300 Intel 1 Rail Kit 1 Video on Board + 1 Dual LAN 10/100/1000 1 Motherboard SE7501WV2 WATX Dual DDR RAID 1 DLT 80 GB Externa + Cable SCSI	Costo Unitario: 6.971.- Costo Total : 55.768.-
Instalación eléctrica, Tableros y Gabinetes	4	Gabinetes de Piso 19" x 36" 7ft Fondo 900 mm - Incluye instalación eléctrica, PDUs, Sistema de ventilación	Costo Total : 6.568.-
Habilitación NOC y oficinas técnicas	1	Presupuesto aproximado	Costo Total : 30.000.-
Sistema de Control	2	Mini Space XT 2000 CCU/D201A 20 kW.	

ambiental y A/C (Stulz)			Costo Total : 17.850.-
Respaldo de Energía	1	1 Arreglo de UPS en Paralelo 40 Kva trifásico + Ext. Bat	Costo Total : 52.968.-
Accesorios Varios	-	Cables, Conectores, Switches pequeños	Costo Total : 4.000.-

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Huawei Technologies Co., Ltd.

Tabla # 46. Selección de Equipos de Comunicaciones – NOC Locales

MODULO	CANTIDAD	EQUIPO	COSTO (USD)
Equipos CORE (HUAWEI)	2	Quidway NetEngine 40-4 Switch Router, incl.: - 1x Switching Route Unit - 2x AC Power Module - 1x Fan Frame - 1x IP/MPLS Fortware Host Software of NetEngine - 1x 16-Port FE Electrical Interface Line Process Card - 1x 16-Port FE Multimode Interface Line Process Card - 1x 4-Port GE Multimode GBIC Line Process Card (1 Slot Libre)	Costo Unitario : 30.620.- Costo Total : 61.240.-
Módulo de Servidores (HUAWEI)	2	Quidway 5516 Gigabit Routing Switch, incl.: - 3x 4-Port 10/100/1000Base-T module - 1x 4-Port 1000Base-SX module	Costo Unitario : 5.806.- Costo Total : 11.612.-
Módulo WAN	-	* Conexión directa al Core de la red	-
Módulo Usuarios Corp. (HUAWEI)	2	Quidway 3526E Enterprise Central Routing Switch, incl.: - 2x 1-Port 1000Base-SX module	Costo Unitario : 1.644.- Costo Total : 3.288.-
Módulo de Distribución	-	* Conexión directa al Core de la red	-
Módulo PSTN (P) (HUAWEI)	2 (P)	Proyectado Quidway A8010 Mini-Expert Access Server 2E1	Costo Unitario : 7.584.- Costo Total : 15.168.-

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Huawei Technologies Co., Ltd.

Tabla # 47. Selección de Equipos de Infraestructura Informática – NOCs locales

ITEM	CANTIDAD	EQUIPO	COSTO (USD)
Servidores (INTEL)	3	2 Procesadores Intel Xeon 2,4 Ghz 512K 400 FSB 2 Mem Kingston 1024 MB PC266 ECC Cert Intel 1 Gabinete SR1300 1U Rack SVR CHAS 2 HD Cheetah 73 GB 15K SCSI 4,7ms 80 Pines Ultra 320 1 Backplane SCSI para chasis SR1300 Intel 1 Rail Kit 1 Video on Board + 1 Dual LAN 10/100/1000 1 Motherboard SE7501WV2 WATX Dual DDR RAID 1 DLT 80 GB Externa + Cable SCSI	Costo Unitario : 6.971.- Costo Total : 20.913.-
Instalación eléctrica, Tableros y Gabinetes	3	Gabinetes de Piso 19" x 36" 7ft Fondo 900 mm - Incluye instalación eléctrica, PDUs, Sistema de ventilación	Costo Total : 3.568.-
Habilitación NOC y oficinas técnicas	1	Presupuesto aproximado	Costo Total : 10.000.-
Sistema de Control ambiental y A/C (Stulz)	2	Mini Space XT 2000 CCU/D41 4 kW.	Costo Total : 5.915.-
Respaldo de Energía	1	1 Arreglo de UPS en Paralelo 10 Kva trifásico + Ext. Bat	Costo Total : 19.968.-
Accesorios Varios	-	Cables, Conectores, Switches pequeños	Costo Total : 2.000.-

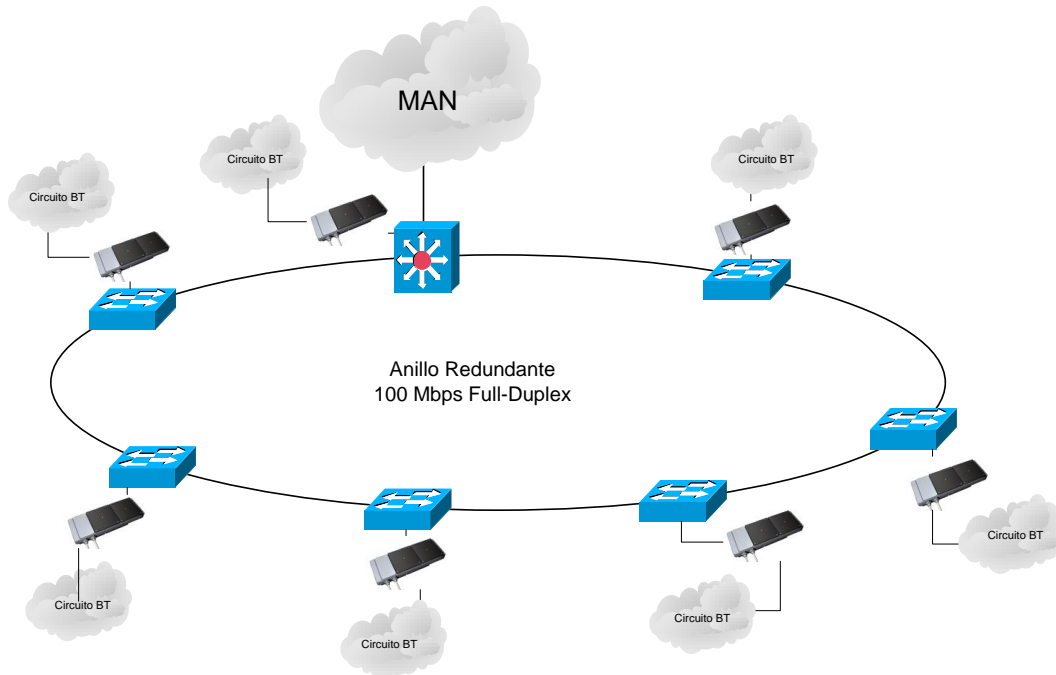
Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por diversos proveedores.

10.6.- Diseño a Nivel de Acceso (Red PLC)

El diseño de los *Loops Locales* o Anillos redundantes de barrio está fundamentado en las recomendaciones de parte de los proveedores de equipos. De esta manera, en cada subestación tendrá que ser instalado un equipo *Master PLC* (Unidad Concentradora), la que a su vez se conectará a un *Switch* de nivel 2 con puertos de fibra óptica multimodo que soporte redundancia en anillos. Para efectos de este análisis, el conjunto *Switch – Master PLC* se denomina **Cabecera PLC**.

Así, el tráfico del circuito PLC será concentrado en el *Switch*, el que a su vez lo transmitirá al anillo local y finalmente llegará a un *Switch* de nivel 3, el que brindará conectividad hacia la red de transporte. La figura siguiente muestra la estructura de un *Loop Local*:

Figura # 66. Estructura de un Loop Local



Fuente: Elaboración Propia.

La figura anterior representa lo que en términos de la estructura de un sistema PLC se denomina como un “*Cluster PLC*” o “*Celdas PLC*” (a pesar de no ser la traducción literaria), que no es más que una agrupación de Cabeceras que comparten un mismo enlace de *Uplink*. La ventaja de la estructura en anillo, consiste en que brinda redundancia a nivel 1, lo que minimiza la probabilidad de falla del sistema.

Idealmente, el proveedor de equipos PLC debería ofrecer un equipo concentrador que tenga incluida 2 interfaces *Ethernet* (mini *switch* de nivel 2) y además soportar redundancia, de manera de poder obviar la instalación del *switch*, es decir, la Cabecera PLC debería integrar el equipo *Master* y el *Switch* de conmutación. Esto traería ventajas operativas, ya que reduciría la complejidad y el costo de instalación, al minuto de colonizar zonas y reemplazar equipos defectuosos. A través del análisis de sistemas PLC, fue posible concluir que los equipos Master que en la actualidad ofrecen los proveedores, no poseen este tipo de característica, es necesario instalar un Switch de nivel 2 en cada cabecera. Este equipo debe soportar estándares de calidad de servicio (IEEE 802.1p) y manejo de VLANs (IEEE 802.1q), además de poder ser administrado vía SNMP y RMON. Debe poseer fuentes redundantes de alimentación eléctrica y ser de tamaño mínimo. Uno de los pocos equipos que cumplen con estas condiciones son los ofrecidos por el proveedor alemán *Hirschmann Electronics GMBH & Corp.* a través de su serie *Modular Industrial Communication Equipments* (MICE). De acuerdo a las características requeridas, el equipo seleccionado es:

- 1 CPU MICE MS2108
- 1 Módulo 2FXM3 / 2TX1
- 2 Fuentes de Poder RPS 60

Además, las cabeceras PLC deben tener un diseño acorde a los tipos de redes eléctricas en las cuales serán instaladas:

- Redes Aéreas » Subestaciones Aéreas instaladas entre 2 postes
- Redes Subterráneas » Subestaciones Subterráneas instaladas en Cámaras

Esta consideración limita el tipo de gabinete en el cual serán instalados los equipos. En el caso de ser instalados en cámaras subterráneas, es posible utilizar gabinetes de menor costo, ya que la misma cámara brinda un excelente grado de protección contra efectos climáticos. En el capítulo siguiente se detalla el monto de la inversión correspondiente a los equipos anteriormente descritos.

10.7.- Colonización de Zonas

La colonización se realizará bajo el concepto de Pre-Iluminación, el cual consiste en contar con una base instalada de cabeceras PLC, cubriendo una zona determinada. Inicialmente se debe identificar en cada ciudad, las zonas particularmente atractivas, y luego desarrollar un plan de crecimiento y colonización en etapas, de acuerdo a la proyección de demanda estimada para el proyecto. Luego, se procede a instalar las Cabeceras PLC, los *Loops Locales* y los enlaces metropolitanos. Posterior a esta etapa, y una vez que el sistema se encuentra en operación segura, se otorga en los sistemas técnicos y comerciales el visto bueno a la factibilidad técnica de conexión en la zona correspondiente. Esta mecánica es muy utilizada por los operadores de redes HFC (cable), y por lo demás, es la metodología más razonable y sería de aplicar en estos casos.

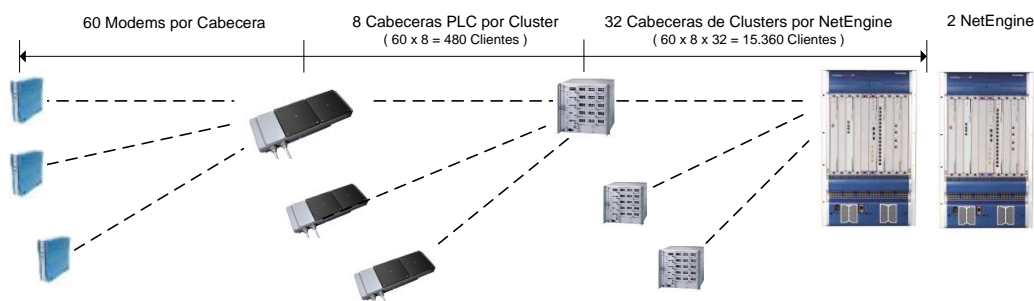
Figura # 67. Ejemplo de Referencia. Cobertura de Clusters PLC.



Fuente: Elaboración Propia. Foto aérea del sector "Lomas de San Andrés", Ciudad de Concepción.

Antes de entrar en detalle, vale la pena recordar la estructura del sistema, considerando la capacidad del sistema seleccionado:

Figura # 68. Jerarquía de Nodos por NOC Local.



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al diseño planteado, cada NOC Local tendrá la capacidad nominal de realizar la convergencia de 30.720 Clientes sin redundancia. Ya que los *equipos core* deben estar duplicados, la **capacidad máxima del NOC Local se reduce a 15.360 Clientes**, cifra que se ajusta holgadamente a la proyección de demanda por ciudad. Además, es importante destacar que la plataforma ha sido concebida para aumentar su capacidad paulatinamente (en términos de capacidad de equipos, módulos, tarjetas, nodos, etc.), controlando así la inversión año a año.

La siguiente tabla, muestra la penetración esperada en cada ciudad, con la cual se calcula la cantidad mínima de Cabeceras PLC a instalar. Se asumen valores iguales para todas las ciudades y años:

Tabla # 48. Penetración esperada.

CIUDAD	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Rancagua	20%	30%	40%	50%	55%	60%	65%
Talca	20%	30%	40%	50%	55%	60%	65%
Concepción	20%	30%	40%	50%	55%	60%	65%
Talcahuano	20%	30%	40%	50%	55%	60%	65%
Temuco	20%	30%	40%	50%	55%	60%	65%

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla siguiente muestra la cantidad total de Cabeceras PLC y Clusters, para Pre-Iluminar la cantidad descrita en la fila del mismo nombre:

Tabla # 49. Dimensionamiento de la Capacidad de la Plataforma.

ITEM	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Proyección de Demanda	1.373	4.495	8.790	14.434	18.969	23.835	29.388
Incremento de Demanda	-	3.122	4.295	5.664	4.515	4.866	5.553
Penetración Media	20%	30%	40%	50%	55%	60%	65%
Clientes Pre-Iluminados	6.866	14.983	21.974	28.908	34.489	39.726	45.213
Cantidad de Cabeceras PLC Instaladas	118	252	369	484	578	663	755
Cantidad de Clusters	17	33	48	62	74	85	97

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla anterior, es posible calcular el monto de la inversión necesaria para Pre-Iluminar la cantidad de clientes descrita en las tablas. Este costo debe ser asumido como parte de la inversión anual necesaria para poder brindar conectividad IP en las zonas atractivas. Por ejemplo, considerando que en Rancagua la colonización al primer año del proyecto será de 4 Clusters PLC (26 Cabeceras o Circuitos BT), se podrá ofrecer el servicio a 1.560 hogares “pre-iluminados” o “pasados” (este último término es utilizado por los operadores de cable). Por supuesto, la habilitación de estos 4 Clusters no es algo trivial. Considerado que la instalación de equipos se realiza correctamente, y que la cobertura del sistema PLC se comporta de acuerdo a lo planificado, bastará simplemente con conectar un modem PLC dentro de alguno de los circuitos cubiertos, para luego obtener conectividad IP.

La selección de zonas atractivas para colonizar debe ser realizada particularmente en cada ciudad, de acuerdo a criterios objetivos. Esta parte del estudio no se considera, ya que se trata de un tema muy particular, y depende mucho de cada una de las ciudades en cuestión. De todos modos, cabe señalar que debería considerarse la siguiente información, para realizar una decisión objetiva que maximice la penetración de clientes en cada uno de los circuitos:

- Distribución Demográfica
- Planos Reguladores de Urbanización
- Estudio Estadístico de Correlación entre Consumo Eléctrico y GSE
- Plusvalía de los sectores poblacionales
- Densidad de Población, acorde a los sectores en particular
- Cobertura de otros operadores de telecomunicaciones

10.8.- Enlaces

Para interconectar los *Loops Locales* con su *NOC* respectivo, y este, a su vez, con el *NOC* central, es necesario utilizar enlaces que brinden conectividad IP, a nivel 3 (de acuerdo al modelo OSI). Este tipo de enlaces puede sustentarse sobre cualquier tecnología de transporte que brinde un *uptime* adecuado a las necesidades del negocio (99,99%), además de cumplir con los requisitos técnicos. De acuerdo al modelo de operación planteado anteriormente, es posible identificar tres familias o tipos de enlaces:

- Enlaces a Internet: Conectividad NOC Central - Internet
- Enlaces WAN: Conectividad entre NOC Locales y NOC Central
- Enlaces MAN: Conectividad entre Loops Locales y NOCs Locales

En los dos primeros casos, se considera muy importante contar con redundancia física de enlaces, contratando el servicio a proveedores distintos. En el caso de los enlaces MAN, los *Loops Locales* son por definición anillos redundantes interconectados entre si. De esta manera se obtiene redundancia física en la capa de acceso de la red.

Cabe destacar, que es muy necesario definir las condiciones técnicas de estos enlaces:

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Medio físico de conexión: | Fibra Óptica Multimodo (std.) |
| 2. Conector: | SC o MT-RJ |
| 3. Protocolo de Comunicación de Nivel 2: | Ethernet |
| 4. Protocolo de Comunicación de Nivel 3: | Internet Protocol (IP) |
| 5. Políticas de Calidad de Servicio habilitadas (QoS): | Diff Service |
| 6. Velocidad del enlace: | 10 / 100 / 1000 Mbps |
| 7. Tasa de compartición (Overbooking): | 1 : 1 - Carrier Class |

La ventaja de utilizar estándar *Ethernet* radica en su bajo costo y excelente *performance*. No se ha considerado el uso de enlaces ATM o *Frame Relay*, ya que este tipo de interfaces encarecería cada nodo. Además, cabe señalar que el quinto (5) punto no aplica para definir el los requisitos de los enlaces a Internet.

De acuerdo al modelo de negocios planteado, todos los enlaces serán subcontratados a proveedores externos, como GTD, Telefónica, Chilesat, Entel, AT&T, etc. Para determinar el costo de arriendo de los enlaces, es necesario estimar el tráfico al cual serán sometidos, ya que existe una relación directa entre el ancho de banda y la tarifa mensual de arriendo.

Los enlaces MAN serán provisionados en 100 Mbps cada uno. A continuación se presenta una tabla de resumen con la cantidad de enlaces por NOC Local, proyectando la cantidad de acuerdo a la estimación de demanda:

Tabla # 50. Cantidad de Enlaces MAN por NOC Local.

NOC	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
RANCAGUA	4	7	12	15	18	20	23
TALCA	2	5	7	9	11	13	14
CONCEPCIÓN	5	9	13	17	20	23	27
TALCAHUANO	3	5	7	9	11	13	14
TEMUCO	3	7	9	12	14	16	19
TOTAL	17	33	48	62	74	85	97

Fuente: Elaboración Propia.

La provisión de estos enlaces debe ser realizada de tal manera, que permita acoplar servicios complementarios locales, que no hagan uso de los enlaces WAN, ni menos del acceso a Internet. En términos simples, **se debe considerar que el mayor ancho de banda disponible se encuentra entre el usuario y el NOC Local.** Por ejemplo, si se decide optar por brindar servicios tipo *Video-On-Demand* (VOD) o cualquier servicio intensivo en uso de ancho de banda, se deberá centralizar localmente la comunicación Cliente-Servidor de estas aplicaciones.

El cálculo del ancho de banda mínimo, necesario para los enlaces WAN e Internet, será calculado utilizando las recomendaciones del estándar *DOCSIS*, el cual define el diseño y la operación de redes HFC. Dada la similitud entre la topología de red planteada en este estudio, y la topología de una red HFC, es factible sustentar los cálculos en un estándar común a ambos.

El análisis se basa en resultados empíricos de numerosas pruebas y estudios realizados por Cisco Systems y otras instituciones del rubro como la IEEE y la IEC. Se deben considerar los siguientes supuestos:

- **Activity Factor:** Representa el porcentaje de abonados que se encuentran conectados al servicio. Generalmente este factor fluctúa entre un 20% y un 40%, dependiendo si se trata mayoritariamente de servicios residenciales o comerciales.
- **Data Peak Factor:** Representa la relación entre el ancho de banda aparente (percibido por el usuario) comparado con el ancho de banda instantáneo disponible en el nodo de congestión. Este factor refleja el hecho de que la transmisión up-down desde y hacia un usuario, se realiza típicamente en intervalos de duración instantánea. Generalmente este factor fluctúa entre un 5% y un 10%.

En el capítulo anterior se definió el portafolio de servicios, lo que en otras palabras es, la oferta de planes de acceso. Para efectos de este análisis, es necesario recordar la siguiente información:

Tabla # 51. Portafolio de Planes. Oferta del Proyecto

Plan	Velocidad	Distribución Estimada
Light	300 kbps	45 %
Standard	400 kbps	35 %
Premium	500 kbps	20 %

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la distribución de demanda estimada, es posible estimar un ancho de banda medio, ponderado de acuerdo a los valores presentados anteriormente:

$$\overline{BW}_M = 300 \cdot 0,45 + 400 \cdot 0,35 + 500 \cdot 20 = 375 \text{ Kbps}$$

$$\overline{BW}_M = 375 \text{ Kbps}$$

Considerando la información presentada anteriormente, es posible proyectar la evolución de los Factores DOCSIS, en relación al escenario considerado para este proyecto:

Tabla # 52. Estimación de Factores DOCSIS.

TASAS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Activity Factor	25,00%	26,00%	27,00%	28,00%	29,00%	30,00%	31,00%
Activity BW (Kbps)	93,75	97,5	101,25	105	108,75	112,5	116,25
Data Peak Factor	8,00%	8,50%	9,00%	9,50%	10,00%	10,50%	11,00%
Data Peak BW (Kbps)	7,5	8,2875	9,1125	9,975	10,875	11,8125	12,7875

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera, multiplicando el ancho de banda medio (BW_M) por los factores de actividad correspondientes a cada año, se obtiene una tasa aparente de consumo de ancho de banda. En realidad, si en toda la red existiera un solo usuario conectado, la tasa real sería equivalente a la tasa aparente. Cuando la cantidad de abonados se incrementa, estas tasas comienzan a alejarse en términos de su magnitud, y junto con esto, las economías de escala van incrementándose también. En realidad, el consumo de ancho de banda real corresponde a los valores señalados en la fila “Data Peak BW (Kbps)”, para efectos del dimensionamiento de la plataforma.

Si se aplica este modelo a un *NOC Local*, podemos obtener el siguiente resultado:

Tabla # 53. Estimación de Ancho de Banda Mínimo para un NOC Local.

NOC Local	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Clientes	396	1.291	2.382	3.943	5.101	6.511	8.142
Penetración	20%	30%	40%	50%	55%	60%	65%
Cantidad de Clusters	5	9	13	17	20	23	27
Clientes por Cluster	79	143	183	232	255	283	302
BW medio por Cluster (Kbps)	594	1.189	1.670	2.314	2.774	3.344	3.856

Fuente: Elaboración Propia

La fila etiquetada como “Penetración” corresponde al porcentaje de clientes que han contratado el servicio, sobre el total de los circuitos Pre-Iluminados de la zona correspondiente. El incremento de penetración presentado en la tabla anterior, corresponde al utilizado en el cálculo total presentado en la tabla siguiente.

Tabla # 54. Ancho de Banda (BW) mínimo a aprovisionar para enlaces WAN.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
RANCAGUA							
Estimación de Clientes	300	991	2.136	3.476	4.664	5.720	6.896
Cantidad de Clusters (Enlaces MAN)	4	7	12	15	18	20	23
BW Mínimo a aprovisionar	2.252	8.215	19.460	34.671	50.716	67.567	88.178
Provisión Enlace Prim. y Sec. (Mbps)	10	10	100	100	100	100	100
TALCA							
Estimación de Clientes	185	611	1.316	2.141	2.873	3.524	4.248
Cantidad de Clusters (Enlaces MAN)	2	5	7	9	11	13	14
BW Mínimo a aprovisionar	1.387	5.061	11.989	21.359	31.244	41.625	54.322
Provisión Enlace Prim. y Sec. (Mbps)	10	10	10	100	100	100	100
CONCEPCIÓN							
Estimación de Clientes	396	1.291	2.382	3.943	5.101	6.511	8.142
Cantidad de Clusters (Enlaces MAN)	5	9	13	17	20	23	27
BW Mínimo a aprovisionar	2.971	10.698	21.705	39.331	55.478	76.916	104.112
Provisión Enlace Prim. y Sec. (Mbps)	10	10	100	100	100	100	100
TALCAHUANO							
Estimación de Clientes	212	692	1.276	2.112	2.732	3.487	4.359
Cantidad de Clusters (Enlaces MAN)	3	5	7	9	11	13	14
BW Mínimo a aprovisionar (kbps)	1.593	5.733	11.628	21.068	29.711	41.185	55.739
Provisión Enlace Prim. y Sec. (Mbps)	10	10	10	100	100	100	100
TEMUCO							
Estimación de Clientes	279	911	1.680	2.782	3.599	4.594	5.744
Cantidad de Clusters (Enlaces MAN)	3	7	9	12	14	16	19
BW Mínimo a aprovisionar	2.096	7.547	15.313	27.748	39.140	54.264	73.451
Provisión Enlace Prim. y Sec. (Mbps)	10	10	100	100	100	100	100
TOTAL CLIENTES	1.373	4.495	8.790	14.454	18.969	23.835	29.388
TOTAL CONSUMO BW (Kbps)	10.299	37.253	80.095	144.178	206.288	281.556	375.803

Fuente: Elaboración Propia

Para efectos de dimensionamiento de enlaces, **se recomienda utilizar una tolerancia de 60% sobre el ancho de banda aprovisionado, para efectos de realizar un *upgrade* en los enlaces provistos.** Cabe destacar que las columnas etiquetadas como “Provisión Enlace Primario y Secundario” corresponden al ancho de banda que deberá ser arrendado al proveedor de servicios.

Dado que el modelo asume redundancia en los enlaces WAN, es necesario considerar este concepto en esta parte del análisis, lo que implica duplicar el ancho de banda disponible, al subcontratar enlaces de iguales características con un segundo proveedor. La siguiente tabla muestra el ancho de banda real disponible, dentro del horizonte de análisis del proyecto:

Tabla # 55. Aprovisionamiento de Enlaces WAN.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
RANCAGUA	20	20	200	200	200	200	200
TALCA	20	20	20	200	200	200	200
CONCEPCIÓN	20	20	200	200	200	200	200

TALCAHUANO	20	20	20	200	200	200	200
TEMUCO	20	20	200	200	200	200	200
SANTIAGO	20	200	200	200	600	600	600

Nota: Los valores de la tabla se encuentran expresados en Mbps.
Fuente: Elaboración Propia

El cálculo del consumo de ancho de banda internacional, se ha realizado bajo el mismo modelo. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla # 56. Aprovechamiento de Enlaces a Internet.

COSTO ENLACES	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TOTAL CLIENTES	1.373	4.495	8.790	14.454	18.969	23.835	29.388
Consumo BW	10.299	37.253	80.095	144.178	206.289	281.556	375.804
BW Contratado (NSP1 + NSP2)	20.000	40.000	100.000	160.000	220.000	300.000	380.000

Fuente: Elaboración Propia

Como es posible visualizar en la tercera fila de la tabla anterior, el ancho de banda contratado se ha expresado en “Kbps” y corresponde a los enlaces provistos por ambos NSP, ya que por efectos de redundancia, así se estipuló en la etapa de diseño. De todos modos, en esta parte de la estructura, la suma de anchos de banda brindados por cada NSP corresponde al total provisto para este proyecto. No se aplica el criterio de duplicar enlaces, debido al alto costo que implicaría aplicarlo a este nivel.

ANÁLISIS DE COSTOS



11.- ANÁLISIS DE COSTOS

11.1.- Introducción

El objetivo de este estudio es identificar los diferentes costos involucrados en la realización y operación del proyecto, como el monto de la inversión inicial y reinversiones, capital de trabajo, depreciación, remuneraciones, costos fijos y variables, entre otros.

La tabla siguiente, muestra la estructura de costos del proyecto:

Tabla # 57. Estructura de Costos del Proyecto

	DIRECTOS DE OPERACIÓN	INDIRECTOS DE OPERACIÓN	ADMINISTRACIÓN
VARIABLES	- Modem PLC	- Marketing - Facturación - Servicio de Soporte Telefónico al Cliente - Servicio de Soporte en Terreno	- Contrato de Clientes
FIJOS	- Mantención del NOC, Equipos Core - Mantención de Equipos PLC - Mantención de Servidores de Producción - Arriendo de Enlaces Internacionales - Arriendo de Enlaces WAN - Mantención de UPS	- Mantención de S.I.A.	- Remuneración del Personal - Gastos Generales y Adm. - Mantención Licencias de S.O., Novell - Mantención de plataforma de red Adm.
INVERSIÓN	- Diseño de la Topología de Red - Construcción del NOC - Adquisición e Instalación de Equipos Core - Adquisición de Equipos PLC - Adquisición e Instalación de Servidores de Prod. - Instalación de Enlaces WAN y MAN - Sistemas de Respaldo de Información	- Desarrollo y Puesta en Marcha del S.I.A. - Sistemas de Respaldo de Energía - Licencias e Instalación red Novell	- Trámites Legales - Generación Sociedad - Diseño y manufactura de contratos - Diseño de Procedimientos de Administración

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta un detalle del monto de inversión y de los costos más relevantes para efectos de este estudio.

11.2.- Inversiones

11.2.1.-Inversión en Plataforma Tecnológica

De acuerdo a la selección de equipos detallada en el capítulo anterior, es posible determinar el monto de la inversión inicial en plataforma tecnológica. Este ítem considera todos los equipos de comunicaciones alojados en los NOCs locales y en el NOC central. A continuación, la tabla muestra el monto de la inversión relacionada a este ítem:

Tabla # 58. Inversión en Plataforma Tecnológica.

ITEM	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Equipos de comunicaciones	565.948	-	-	-	-	565.948	-	-
Servidores	160.333	-	-	-	-	160.333	-	-
UPS	152.808	-	-	45.842	-	-	45.842	-
Instalación Equipos	145.065	-	-	-	-	145.065	-	-
Instalación Enlaces Internet + WAN	14.529	-	-	-	-	-	-	-
INVERSIÓN EN PLATAFORMA	1.038.682	-	-	45.842	-	871.346	45.842	-

Nota: Los valores de encuentra expresados en dólares estadounidenses (USD).

Fuente: Elaboración Propia, en base a información entregada por proveedores.

Cabe señalar que al cabo del 4 año de operación del proyecto, se ha considerado renovar toda la plataforma de equipos y servidores. Adicionalmente, se deberá invertir cada 3 años en reemplazar los bancos de baterías de las unidades de respaldo de energía.

11.2.2.-Inversión en Sistemas de Información

La inversión en Sistemas de Información se estimó considerando que se desarrollarán internamente por el Área Informática del Holding. De esta manera, será posible contar con sistemas full compatibles e integrables a futuro con los sistemas que posee en la actualidad las empresas eléctricas. Básicamente, se consideró desarrollar 3 grandes sistemas:

- Sistema Técnico de Información Geográfica y Administración de Redes
- Sistema de Gestión Comercial
- Sistemas Administrativo – Contables

De acuerdo a estimaciones realizadas por el personal de desarrollo, el costo aproximado de iniciar el desarrollo de estos sistemas considerando el Know-How de la plana de recurso humano, el costo inicial sería de USD 500.000.-

Anualmente, cada sistema deberá contar con un ingeniero responsable de realizar el desarrollo continuo y mantención. Estos costos deberán ser desembolsados por “Carrier PLC” y han sido estimados en un 30% del total de la inversión inicial.

Luego de 4 años de operación, se considera reinvertir USD 500.000.- nuevamente, por concepto de actualización total y re-estructuración de sistemas.

Finalmente, la tabla presentada a continuación muestra el horizonte de inversión en Sistemas Informáticos:

Tabla # 59. Calendario de Inversión en S.I.A.

ITEM	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Desarrollo de Sistemas	500.000	-	-	-	-	500.000	-	-
Puesta en Marcha o Upgrades	30.000	-	-	-	-	30.000	-	-
INVERSIÓN EN S.I.A.	530.000	-	-	-	-	530.000	-	-

Nota: Los valores de encuentra expresados en dólares estadounidenses (USD).

Fuente: Elaboración Propia.

11.2.3.-Inversión en Colonización de Zonas

En el capítulo anterior se describió completamente el método para determinar el tamaño de la inversión en términos de colonización de zonas. A continuación se presentan los costos unitarios de cada una de las partes que conforman este modelo, incluyendo su disminución de precio a largo plazo:

Tabla # 60. Costo Unitario de Equipos instalados en Loops Locales.

ITEM	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CABECERA PLC							
Costo Unitario Cabecera BT	1.600	1.440	1.296	1.166	1.050	945	850
Reducción de Precio		10%	10%	10%	10%	10%	10%
LOOP LOCAL							
Costo Unitario USD	7.500	7.125	6.769	6.430	6.109	5.803	5.513
Reducción de Precio		5%	5%	5%	5%	5%	5%
ENLACE CLUSTER							
Costo Unitario Interconexión entre Cluster	1.000	950	903	857	815	774	735
Reducción de Precio		5%	5%	5%	5%	5%	5%

Nota: Los valores de encuentra expresados en dólares estadounidenses (USD).

Fuente: Elaboración Propia, en base a información entregada por proveedores.

De acuerdo a los costos detallados anteriormente, y considerando la proyección de crecimiento y penetración del proyecto, se presenta a continuación el calendario de inversión en colonización de zonas:

Tabla # 61. Calendario de Inversión en Colonización de Zonas.

ITEM	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Proyección de Demanda	1.373	4.495	8.790	14.454	18.969	23.835	29.388
Incremento de Demanda	-	3.122	4.295	5.664	4.515	4.866	5.553
Penetración Media	20%	30%	40%	50%	55%	60%	65%
Cientes Pre-Iluminados	6.866	14.983	21.974	28.908	34.489	39.726	45.213
Cantidad de Cab. PLC Inst.	118	252	369	484	578	663	755
Cantidad de Clusters	17	33	48	62	74	85	97
Costo Cabeceras (USD)	188.800	192.960	151.632	134.136	98.677	80.307	78.228
Costo LoopsLocales (USD)	144.500	129.200	115.069	102.028	83.080	72.349	74.979
TOTAL	333.300	322.160	266.701	236.164	181.757	152.655	153.207

Nota: Las cifras corresponden al total de nodos a instalar en las 5 ciudades consideradas en este estudio.

Fuente: Elaboración Propia.

11.3.- Costos Directos

11.3.1.-Costo de Modems PLC

El costo unitario de los modems PLC tiene incidencia directa en el resultado de la evaluación, ya que representa prácticamente el costo marginal del servicio.

Tabla # 62. Costo Modems PLC.

ITEM	2.004	2.005	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010
Costo Unitario Modem (USD)	230	207	186	168	151	136	122
Reducción de Precio		10%	10%	10%	10%	10%	10%

Nota: Los valores de encuentra expresados en dólares estadounidenses (USD).
Fuente: Elaboración Propia, en base a estimaciones entregadas por el Proveedor de Equipos.

11.3.2.-Arriendo de Enlaces

Luego de haber estimado el consumo de ancho de banda, es posible calcular uno de los costos más relevantes dentro de este proyecto. Corresponde al pago por servicio de conectividad MAN, WAN e Internet. Las siguientes tablas muestran los costos relacionados con cada uno de estos ítems, de acuerdo a los cálculos realizados en el capítulo anterior.

Tabla # 63. Costo de Enlaces MAN.

NOC	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
RANCAGUA	13.831.200	24.204.600	41.493.600	51.867.000	62.240.400	69.156.000	79.529.400
TALCA	6.915.600	17.289.000	24.204.600	31.120.200	38.035.800	44.951.400	48.409.200
CONCEPCIÓN	17.289.000	31.120.200	44.951.400	58.782.600	69.156.000	79.529.400	93.360.600
TALCAHUANO	10.373.400	17.289.000	24.204.600	31.120.200	38.035.800	44.951.400	48.409.200
TEMUCO	10.373.400	24.204.600	31.120.200	41.493.600	48.409.200	55.324.800	65.698.200
TOTAL	58.782.600	114.107.400	165.974.400	214.383.600	255.877.200	293.913.000	335.406.600

Nota: Los valores de encuentra pesos chilenos.
Fuente: Elaboración Propia, en base a información proporcionada por los proveedores.

Tabla # 64. Costo de Enlaces WAN.

ITEM	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
WAN LINK RANCAGUA	10.170.000	10.170.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000
WAN LINK TALCA	10.170.000	10.170.000	10.170.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000
WAN LINK CONCEPCIÓN	10.170.000	10.170.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000
WAN LINK TALCAHUANO	10.170.000	10.170.000	10.170.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000
WAN LINK TEMUCO	10.170.000	10.170.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000	16.272.000
WAN LINK SANTIAGO	10.170.000	16.272.000	16.272.000	32.544.000	48.816.000	48.816.000	48.816.000
TOTAL ENLACES WAN	61.020.000	67.122.000	85.428.000	113.904.000	130.176.000	130.176.000	130.176.000
TOTAL ENLACES 2X WAN	122.040.000	134.244.000	170.856.000	227.808.000	260.352.000	260.352.000	260.352.000

Nota: Los valores de encuentra pesos chilenos.

Fuente: Elaboración Propia, en base a información proporcionada por los proveedores.

Tabla # 65. Costo de Enlaces a Internet.

COSTO ENLACES	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Consumo BW (Kbps)	10.299	37.253	80.095	144.178	206.289	281.556	375.804
BW Contratado (ISP1 + ISP2)	20.000	40.000	100.000	160.000	220.000	300.000	380.000
Costo Unitario Mbps Int.	480	456	433	412	391	371	353
Reducción de Costo		5%	5%	5%	5%	5%	5%
TOTAL ENLACES INTERNET	78.750.000	149.625.000	355.359.375	540.146.250	705.566.039	914.028.732	1.099.881.241

Nota: Los valores de encuentra pesos chilenos.

Fuente: Elaboración Propia, en base a información proporcionada por los proveedores.

11.3.3.-Direccionamiento IP

De acuerdo a la estructura tarifaria de ARIN, la tabla siguiente presenta los costos relacionados con brindar direccionamiento IP público a cada uno de los clientes del proyecto:

Tabla # 66. Costo de Direccionamiento IP Público.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TOTAL CLIENTES	1.373	4.495	8.790	14.454	18.969	23.835	29.388
Direcciones Disponibles	8.192	8.192	16.384	16.384	24.576	24.576	32.768
Costo Anual Direccionamiento IP (\$)	1.750.000	1.750.000	3.500.000	3.500.000	5.250.000	5.250.000	7.000.000

Nota: Los valores de encuentra expresados en dólares estadounidenses (USD).

Nota: Elaboración Propia, en base a información proporcionada por ARIN.

11.3.4.-Procesamiento de Datos

El procesamiento y almacenamiento masivo de datos será externalizado a la unidad responsable del Holding CGE. De esta manera, se desembolsará una cantidad proporcional a la cantidad de clientes que se facturen en cada período. El **costo unitario de procesamiento y almacenamiento de datos puede ser estimado en \$ 227,15 pesos por cliente**, de acuerdo a la información proporcionada por la Subgerencia de Informática del Holding. El cálculo de este ítem, ha sido incluido directamente en el flujo de caja del proyecto y garantiza la confidencialidad, integridad y seguridad de los datos.

11.3.5.-Costos de Facturación

El proceso de facturación será externalizado a nivel de Holding CGE. De esta manera, la Subgerencia de Informática asumirá la responsabilidad de procesar los datos y facturar mensualmente los cargos correspondientes a este servicio. Al realizar la operación de esta manera, es posible reducir costos de procesamiento, impresión, despacho y envío de las boletas, ya que serán adjuntadas a las boletas de energía eléctrica de los clientes. Este costo incluye el despacho de la boleta hacia el domicilio del cliente.

Este costo se estima en **\$100 por cliente**, de acuerdo a la estructura de costos del Holding eléctrico. De esta manera, es posible proyectar el gasto de acuerdo al aumento de demanda de servicios:

Tabla # 67. Costo de Facturación.

FACTURACIÓN	2.004	2.005	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010
Proyección de Clientes	1.373	4.495	8.790	14.454	18.969	23.835	29.388
Costo Anual (\$)	1.647.840	5.394.096	10.547.544	17.344.704	22.762.932	28.602.504	35.266.080

Nota: Los costos valorizados en esta tabla se encuentran expresados en pesos chilenos.

Fuente: Elaboración Propia

11.3.6.-Servicio de Call Center (On-Line)

El servicio de pre-venta y post-venta telefónica será externalizado a la unidad responsable del Holding Eléctrico. De esta manera, se deberá desembolsar una cantidad proporcional a la cartera de clientes que posea la empresa, brindando soporte post-venta a los clientes y asumiendo el costo de responder a los interesados en contratar el servicio. **El costo unitario por cliente fue estimado en \$ 1.100.- anual por cliente cautivo.**

El cálculo de este ítem, ha sido incluido directamente en el flujo de caja del proyecto.

11.3.7.-Servicio de Soporte en Terreno (On-Site)

El servicio de soporte en terreno será externalizado a terceros, los cuales recibirán un pago proporcional a las visitas técnicas realizadas. El servicio consiste básicamente en brindar soporte técnico cuando el cliente no puede realizar configuraciones dirigidas remotamente por un operador situado en el Call Center. El costo de este servicio, será cargado a la cuenta del cliente, el cual tendrá un costo de \$15.000.- por visita. De esta manera, la empresa contratista capturará el total de los ingresos relacionados con este servicio, luego de que “*Carrier PLC*” recaude y pague el monto mensual correspondiente. Este ítem no ha sido incluido en el flujo de caja, debido a que la contribución es muy marginal, en comparación a otros valores. Cabe señalar que no representa un costo, ya que el servicio se externalizará completamente.

11.3.8.-Utilización de Conductores eléctricos

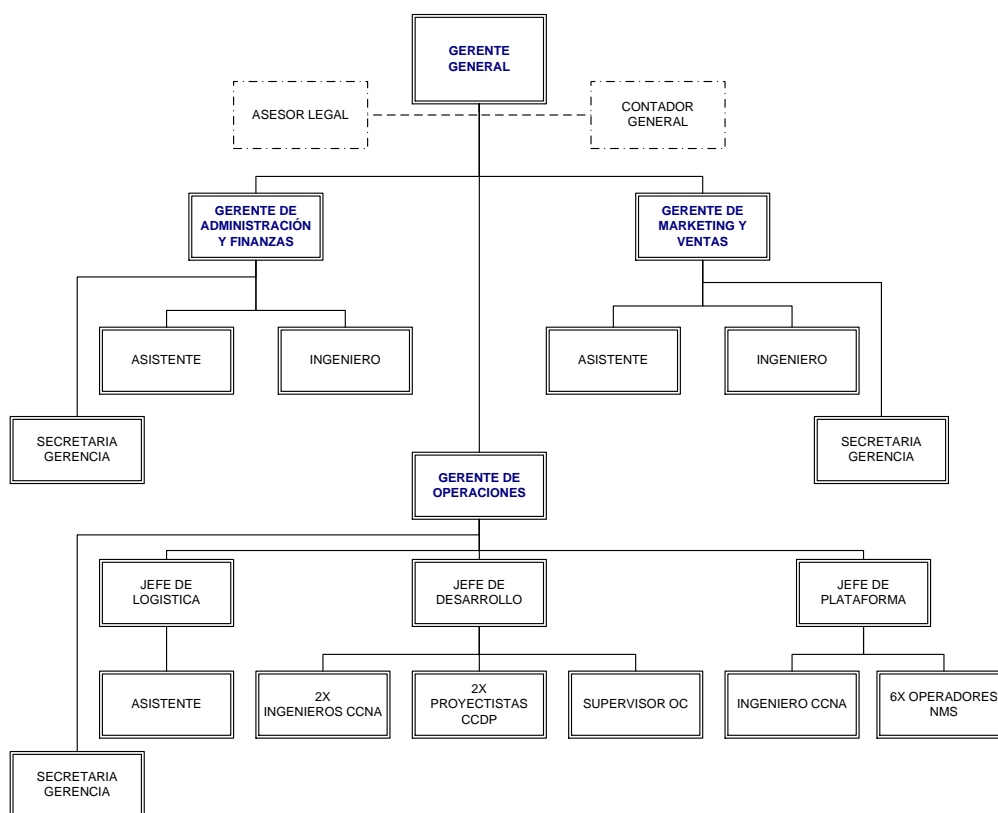
Si bien resulta muy evidente que la empresa “*Carrier PLC*” debería desembolsar una cantidad determinada por poder utilizar los conductores eléctricos de la CGE para el transporte de información, este valor no fue incluido en el flujo de caja, ya que no existe ninguna obligación legal para que esta transacción deba ser constituida.

11.4.- Costos Indirectos

11.4.1.- Estructura Organizacional y Remuneraciones

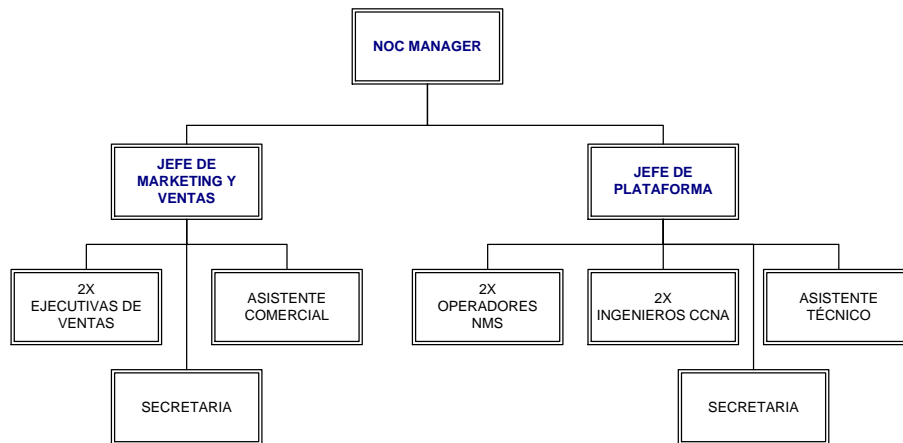
La estructura organizacional y el costo fijo relacionado con el pago de remuneraciones, se presenta a continuación:

Figura # 69. Organigrama de la Administración Central.



Fuente: Elaboración Propia

Figura # 70. Organigrama de las Administraciones Locales.



Fuente: Elaboración Propia

Para ambos casos, se plantea una organización funcional, dividiendo las unidades de acuerdo a los diferentes deberes y responsabilidades que deben cumplir. Esta estructura es recomendable generalmente por dos motivos:

- Orienta a la gente a una actividad especial, concentra la competencia del personal en formas particularmente eficientes.
- De acuerdo a un estudio realizado por el M.I.T., si se trata de empresas que basan su negocio en tecnologías de información, la estructura más recomendable frente al dinamismo de este tipo de industrias es una organización funcional.

En general, cuando el trabajo de una organización se realiza mejor por medio de una gran especialización, puede dar buenos resultados una estructura funcional. La siguiente tabla muestra el gasto en remuneración, incluido un 4% anual de reajuste:

Tabla # 68. Remuneración del Personal.

ADMINISTRACIÓN		Sueldo Mensual	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
NOC CENTRAL									
1	Gerente Gral	4.200.000	4.200.000	4.368.000	4.542.720	4.724.429	4.913.406	5.109.942	5.161.042
3	Gerentes	3.600.000	10.800.000	11.232.000	11.681.280	12.148.531	12.634.472	13.139.851	13.271.250
4	Jefes	1.800.000	7.200.000	7.488.000	7.787.520	8.099.021	8.422.982	8.759.901	8.847.500
6	Operadores	700.000	4.200.000	4.368.000	4.542.720	4.724.429	4.913.406	5.109.942	5.161.042
1	Supervisor OC	800.000	800.000	832.000	865.280	899.891	935.887	973.322	983.056
2	Proyectistas CCDP	1.100.000	2.200.000	2.288.000	2.379.520	2.474.701	2.573.689	2.676.636	2.703.403
3	Secretarias	500.000	1.500.000	1.560.000	1.622.400	1.687.296	1.754.788	1.824.979	1.843.229
3	Asistentes Jefe	650.000	1.950.000	2.028.000	2.109.120	2.193.485	2.281.224	2.372.473	2.396.198
5	Ingenieros CCNA	790.000	3.950.000	4.108.000	4.272.320	4.443.213	4.620.941	4.805.779	4.853.837
28	(Personas)		29.500.000	30.680.000	31.907.200	33.183.488	34.510.828	35.891.261	36.250.173
NOCs LOCALES (5)									
1	NOC Manager	1.700.000	8.500.000	8.840.000	9.193.600	9.561.344	9.943.798	10.341.550	10.444.965
2	Jefes	1.100.000	11.000.000	11.440.000	11.897.600	12.373.504	12.868.444	13.383.182	13.517.014
2	Operadores	800.000	8.000.000	8.320.000	8.652.800	8.998.912	9.358.868	9.733.223	9.830.555
2	Ingeniero CCNA	790.000	7.900.000	8.216.000	8.544.640	8.886.426	9.241.883	9.611.558	9.707.674
2	Ejecutivas de Venta	450.000	4.500.000	4.680.000	4.867.200	5.061.888	5.264.364	5.474.938	5.529.687
2	Asistentes	550.000	5.500.000	5.720.000	5.948.800	6.186.752	6.434.222	6.691.591	6.758.507
2	Secretarias	450.000	4.500.000	4.680.000	4.867.200	5.061.888	5.264.364	5.474.938	5.529.687
13	(Personas por NOC Local)		49.900.000	51.896.000	53.971.840	56.130.714	58.375.942	60.710.980	61.318.090
TOTAL MENSUAL			86.700.000	90.168.000	93.774.720	97.525.709	101.426.737	105.483.807	106.538.645
TOTAL ANUAL (pesos)			1.040.400.000	1.082.016.000	1.125.296.640	1.170.308.506	1.217.120.846	1.265.805.680	1.278.463.736

Nota: Los costos valorizados en esta tabla se encuentran expresados en pesos chilenos.

Fuente: Elaboración Propia

11.4.2.-Costos de Marketing

Los costos de marketing se han estimado en un 8% de los Ingresos Totales del Proyecto. Anticipando el cálculo de ingresos presentado más adelante, se estima en base a esto, el gasto en marketing del proyecto. Este costo considera realizar campañas publicitarias a nivel local, enfocadas a los segmentos objetivo de este proyecto, y no campañas masivas como es la práctica habitual de los Carriers del mercado. Adicionalmente, se aprovisiona un monto de 50.000.000 pesos para ser destinado al lanzamiento del servicio. Durante los 2 primeros años, se considera incurrir en un gasto extra de 120.000.000 pesos anuales para realizar publicidad y promoción masiva, de manera de posicionar e introducir el nombre del nuevo proveedor de servicios, en este caso, "Carrier PLC".

Tabla # 69. Gasto en Marketing

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TOTAL INGRESOS (\$)	121.281.823	482.942.190	1.168.508.356	2.224.360.330	3.495.866.768	5.184.484.704	7.158.099.445
GASTO EN MARKETING (8%)	9.702.546	38.635.375	93.480.668	177.948.826	279.669.341	414.758.776	572.647.956
LANZAMIENTO DEL SERVICIO	50.000.000						
PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN	120.000.000	120.000.000					
TOTAL	179.702.546	158.635.375	93.480.668	177.948.826	279.669.341	414.758.776	572.647.956

Nota: Los costos valorizados en esta tabla se encuentran expresados en pesos chilenos.

Fuente: Elaboración Propia

11.4.3.-Gastos Administrativos

Los gastos generales administrativos considerados dentro de este estudio, corresponden al cargo contable por efectos de arriendo de oficinas (dependencias de CGE), pago de servicios básicos, gastos comunes, servicio telefónico administrativo, útiles de oficina, etc. **Estos costos se han estimado en \$ 14.000.000.- mensuales con un incremento del 1% anual. Adicionalmente, se consideran \$ 50.000.000.- de gasto inicial en trámites legales y en estructuración organizacional de la empresa.** La proyección de costos de mantención se incluye directamente en el flujo de caja de este estudio.

11.4.4.-Mantención de la Plataforma Tecnológica

La mantención de la plataforma se estimó como el **5% del valor de la inversión total acumulada** al año correspondiente, desembolsado anualmente como un pago de servicios a terceros. Este ítem se incluye directamente en flujo de caja. La proyección de costos de mantención se incluye directamente en el flujo de caja de este estudio.

11.4.5.-Mantención de S.I.A. y Licencias de Software

Este ítem corresponde al desembolso por efectos de mantención completa de los sistemas de información, chequeo general de la plataforma de software y pago de las mantenciones de licencias estándar. De acuerdo al supuesto que considera el desarrollo de los S.I.A. por parte de la Subgerencia de Informática del Holding, se propone que esta misma unidad se responsabilice por la mantención y actualización de esta plataforma. Este costo considera contar con personal profesional a cargo de la plataforma, responsable de realizar mantención preventiva y correctiva a los sistemas. **Este costo corresponde al 30% de la inversión en S.I.A.** que se ha estimado para el proyecto. La proyección de costos de mantención se incluye directamente en el flujo de caja de este estudio.

11.4.6.-Seguros e Imprevistos

Como una forma de respaldar la inversión en activo fijo, se sugiere contratar un seguro. El costo del seguro se estimó en un 3% del total de la inversión acumulada hasta el período correspondiente.

Los imprevistos fueron estimados como el **1% del total de los costos directos.** La proyección de estos costos se incluye directamente en el flujo de caja del proyecto.

11.5.- Depreciación de Activos

Para depreciar el hardware y el software se utilizó el Método de Depreciación Acelerada a 5 períodos, suponiendo un valor residual nulo de los equipos. Esta consideración responde a los fuertes cambios tecnológicos visibles en el mercado, lo que hace suponer que el valor del hardware adquirido será prácticamente nulo al tratar de venderlos, una vez utilizados. La siguiente tabla muestra la proyección de depreciación de hardware para los 7 años del proyecto.

Tabla # 70. Depreciación de Activos.

ITEM	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
MODEMS PLC							
Modems PLC 2004		132.649.065	154.757.242	176.865.420	198.973.597	221.081.775	
Modems PLC 2005			271.415.254	316.651.130	361.887.006	407.122.881	452.358.757
Modems PLC 2006				336.031.851	392.037.160	448.042.468	504.047.777
Modems PLC 2007					398.888.753	465.370.212	531.851.671
Modems PLC 2008						286.164.484	333.858.565
Modems PLC 2009							277.587.652
Modems PLC 2010							
HARDWARE							
Routers y Switches	237.698.160	277.314.520	316.930.880	356.547.240	396.163.600		
Servidores	67.339.860	78.563.170	89.786.480	101.009.790	112.233.100		
UPS	64.179.360	74.875.920	85.572.480	96.269.040	106.965.600		
Routers y Switches						237.698.160	277.314.520
Servidores						67.339.860	78.563.170
Baterías UPS 2				19.253.808	22.462.776	25.671.744	28.880.712
Baterías UPS 3							19.253.808
SOFTWARE							
S.I.A.	210.000.000	245.000.000	280.000.000	315.000.000	350.000.000		
S.I.A.						210.000.000	308.000.000
PLATAFORMA							
Plataforma 2003	139.986.000	163.317.000	186.648.000	209.979.000	233.310.000		
Plataforma 2004		135.307.200	157.858.400	180.409.600	202.960.800	225.512.000	
Plataforma 2005			112.014.315	130.683.368	149.352.420	168.021.473	186.690.525
Plataforma 2006				99.188.723	115.720.176	132.251.630	148.783.084
Plataforma 2007					76.337.973	89.060.968	101.783.963
Plataforma 2008						64.115.166	74.801.027
Plataforma 2009							64.347.145
Plataforma 2010							
TOTAL DEPRECIACION	719.203.380	1.107.026.875	1.654.983.051	2.337.888.969	3.117.292.961	3.047.452.822	3.388.122.376

Nota: Los costos valorizados en esta tabla se encuentran expresados en pesos chilenos.

Fuente: Elaboración Propia

EVALUACIÓN ECONÓMICA



12.- EVALUACIÓN ECONÓMICA

12.1.- Ingresos del Proyecto

De acuerdo a los estudios presentados anteriormente, y considerando la demanda relevante del proyecto y la tasa de penetración planteada en el estudio de mercado, se presenta a continuación la tabla resumen de ingresos del proyecto:

Tabla # 71. Ingresos del Proyecto

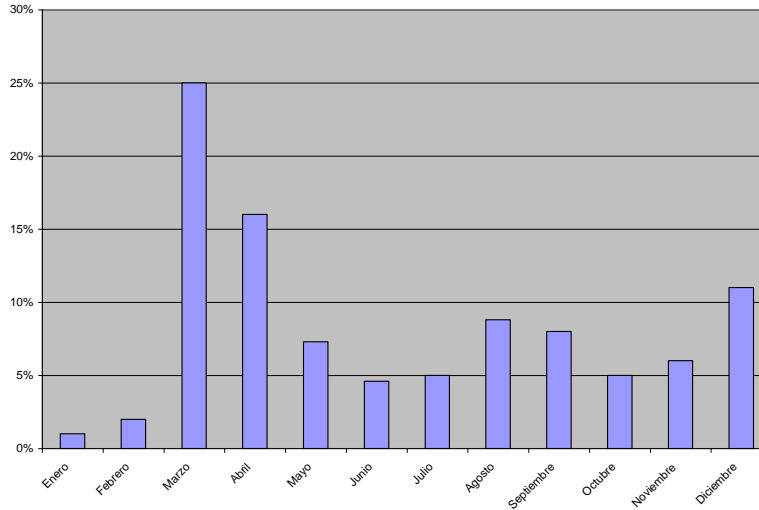
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
DEMANDA DE PLANES DE ACCESO A INTERNET	949.319	996.406	1.059.688	1.132.320	1.212.072	1.310.525	1.386.349
DEMANDA NACIONAL DE PLANES B.A.	274.353	448.383	688.797	917.179	1.042.382	1.166.367	1.247.714
DEMANDA PARCIAL B.A. CIUDADES EN ANÁLISIS	17.165	37.459	62.783	90.337	111.583	132.419	146.942
PARTICIPACIÓN PROMEDIO EN DE MERCADOS LOCALES	8%	12%	14%	16%	17%	18%	20%
DEMANDA DEL PROYECTO	1.373	4.495	8.790	14.454	18.969	23.835	29.388
PLAN #1 - 300 kbps	618	2.023	3.955	6.504	8.536	10.726	13.225
PLAN #2 - 400 kbps	481	1.573	3.076	5.059	6.639	8.342	10.286
PLAN #3 - 500 kbps	275	899	1.758	2.891	3.794	4.767	5.878
INGRESOS POR SERVICIO							
PLAN #1 - 300 kbps	93.763.373	382.974.782	849.096.778	1.473.688.081	2.095.673.120	2.677.996.315	3.326.650.676
PLAN #2 - 400 kbps	82.480.832	336.891.450	746.925.016	1.296.359.287	1.843.500.905	2.355.753.187	2.926.355.010
PLAN #3 - 500 kbps	52.591.198	214.807.786	476.252.244	826.580.991	1.175.447.902	1.502.068.773	1.865.894.314
SUBTOTAL (\$)	228.835.403	934.674.019	2.072.274.038	3.596.628.359	5.114.621.927	6.535.818.275	8.118.900.000
INGRESOS POR INSTALACION							
SUBTOTAL (\$)	13.732.000	31.218.800	42.945.400	56.643.000	45.151.900	48.663.100	55.529.800
TOTAL INGRESOS (\$)	242.567.403	965.892.819	2.115.219.438	3.653.271.359	5.159.773.827	6.584.481.375	8.174.429.800

Nota: Los valores se encuentran expresados en pesos chilenos.

Fuente: Elaboración Propia

Ya que la estimación considera el total de abonados por período, sería un error asumir que todos ellos pagan 12 meses de servicio el primer año en que lo contratan, es decir, no todos ellos se inscriben en el primer mes de cada año. Debido a esta realidad, se estima una distribución de contratación de planes, en la cual se acentúa la demanda en los períodos de marzo, agosto y diciembre, y minimizando la probabilidad de contratación en los meses de verano. El siguiente gráfico muestra la distribución de contratación de planes en términos porcentuales.

Gráfico # 5. Distribución de Demanda de Planes durante un período de 12 meses.



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

12.2.- Tasa de Descuento

La tasa de descuento utilizada para el cálculo del flujo de caja, se calculará mediante el método del CAPM (*Capital Asset Pricing Model*). El método utiliza la siguiente ecuación:

$$R = R_f + \beta(R_m - R_f) \quad (1)$$

donde,

R	= Tasa de descuento o costo de capital
R _m	= 18,9 % = Tasa de retorno de mercado
R _f	= 4,6 % = Tasa libre de riesgo o tasa de interés
R _m - R _f	= 14,2 % = Premio por riesgo del mercado
β	= 0,69 = Riesgo sistemático o no diferenciable propio de la industria

Finalmente, sustituyendo en la ecuación los siguientes valores,

$$R = 0,046 + 0,69 \cdot 0,142 = 0,1439 \quad \rightarrow \quad \mathbf{R = 14,39 \%}$$

12.3.- Capital de Trabajo

El capital de trabajo fue calculado mediante el método de déficit máximo acumulado, en base al flujo de fondos proyectado en este estudio. Este cálculo se incluye directamente en el flujo de caja del proyecto.

12.4.- Cálculo del Período de Recuperación del Capital

El período de recuperación de capital invertido se define como el período en que la suma acumulada de los flujos de fondos netos iguala a la inversión inicial. Este valor puede ser calculado fácilmente por medio de la interpolación de los valores obtenidos a partir del resultado del flujo neto de fondos.

12.5.- Cálculo del Valor de Término del Proyecto

El valor de término del proyecto se calculó como una perpetuidad del Flujo Neto del último año de evaluación (2010), sin incluir el costo de capital, a la tasa de retorno de los inversionistas de la industria de las telecomunicaciones. El flujo de caja considerado, es la suma de las utilidades después de impuestos, más la depreciación y menos la inversión del período. Debe mencionarse que la tasa de retorno de los inversionistas en esta industria es de un 18,9%.

$$V_f = \frac{F_n \cdot (1 + g)}{(r - g)} \quad (4)$$

V_f = Valor de Término del Proyecto

F_n = Flujo Neto del último período de evaluación

r = Tasa de retorno de inversionistas de la industria (18,9 %)

g = Tasa de crecimiento proyectada (3 %)

El resultado de este cálculo se presenta directamente en el flujo de caja del proyecto.

12.6.- Cálculo del Valor Actual Neto

El valor actual neto de un flujo de fondos, descontados a una determinada tasa de descuento, está dado por la siguiente ecuación:

$$VAN(i) = \sum_{t=1}^n \frac{FN_t}{(1+i)^t} - I_o$$

Donde,

FN_t = Flujo neto de Fondos en el período t

i = Tasa de descuento del proyecto

t = Período

n = Cantidad de períodos de evaluación

12.7.- Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno de un flujo de fondos se determina cuando el valor actual neto se hace cero, o bien, cuando la inversión inicial iguala a los flujos de fondos iguala a los flujos de fondos descontados a una tasa TIR. La ecuación está dada por la siguiente expresión:

$$\sum_{t=1}^n \frac{FN_t}{(1+TIR)^t} = I_o$$

Al despejar la variable TIR de la ecuación anterior, se obtiene el resultado esperado, en función de los otros valores.

12.8.- Proyección de Flujo de Fondos

La proyección de flujos de fondos se presenta en el archivo adjunto, llamado “Flujo de Caja – Proyecto PLC.pdf”. Esta observación solamente es válida para la versión digital de este estudio.

12.9.- Análisis de Sensibilidad

Este análisis permite visualizar cuantitativamente lo que sucede con los indicadores económicos VAN y TIR ante variaciones de los siguientes parámetros y variables, considerados críticos en la obtención de resultados finales para el proyecto:

- Variaciones en la Demanda del proyecto
- Variaciones en el Precio del servicio
- Variaciones en los costos directos de operación
- Variaciones en los costos indirectos de operación
- Variaciones en el Tipo de cambio

12.9.1.- Variaciones en la Demanda del Proyecto

Es muy importante contrastar los indicadores económicos VAN y TIR del proyecto original, ante eventuales variaciones en la demanda de mercado. De esta manera, se puede ver claramente los valores críticos que la demanda puede adoptar.

Tabla # 72. Variaciones en la Demanda del Proyecto.

Variación	Año 2004	Año 2010	VAN (14,4%)	TIR
+ 4%	1.428	30.564	2.044.418	16,74%
+ 2%	1.401	29.976	1.134.255	15,70%
Cálculo Inicial	1.373	29.388	467.808	14,93%
-1,4%	1.345	28.786	981	14,39%
- 4%	1.318	28.213	- 1.018.674	13,18%

Fuente: Elaboración Propia

En base a los resultados anteriores, es posible afirmar que el proyecto es bastante sensible a cambios en la demanda. El cálculo inicial se encuentra levemente por sobre el punto de equilibrio del proyecto. Si la demanda se redujera en un 1,4%, respecto del valor estimado inicialmente, los resultados no serían favorables, considerando una tasa de descuento del 14,4%.

Claramente, se percibe un incremento interesante en el VAN, si se logra aumentar en un 4% la demanda del proyecto (durante todo el período de evaluación).

12.9.2.- Variaciones en el Precio del Servicio

El precio del servicio es, sin duda alguna, un valor muy relevante para el consumidor. A continuación se presentan los resultados obtenidos al sensibilizar esta variable:

Tabla # 73. Variaciones en el Precio del Servicio.

Variación	Precio Ponderado	VAN (14,4%)	TIR
+ 4%	26.156	2.540.558	17,28%
+ 2%	25.653	1.504.183	16,12%
Cálculo Inicial	25.150	467.808	14,93%
- 0,9%	24.784	-1.439	14,39%
- 2%	24.647	-568.567	13,73%
- 4%	24.144	-1.604.942	12,50%

Fuente: Elaboración Propia

Es posible apreciar, que frente a leves variaciones de precio, el VAN cambia drásticamente, suponiendo el resto de variables y parámetros constantes. Al hablar de precio ponderado, se hace mención al portafolio de servicios junto a la estimación de penetración. Por ejemplo, para los valores iniciales:

$$\text{Precio Ponderado (Cálculo Inicial)} = 22.900 \cdot 0,45 + 25.900 \cdot 0,35 + 28.900 \cdot 0,20 = 25.150$$

12.9.3.- Variaciones en los costos directos de operación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al sensibilizar el total de los costos directos operacionales del proyecto:

Tabla # 74. Variaciones en los costos directos de operación.

Variación	Año 2004	Año 2010	VAN (14,4%)	TIR
+ 4%	757.381	4.643.861	-569.284	13,73%
+ 2%	749.698	4.596.753	-50.738	14,33%
+ 1,8%	742.816	4.554.556	1.116	14,39%
Cálculo Inicial	728.251	4.465.251	467.808	14,93%
- 2%	713.686	4.375.946	986.354	15,53%
- 4%	699.121	4.286.641	1.504.901	16,14%

Fuente: Elaboración Propia

12.9.4.- Variaciones en los costos indirectos de operación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al sensibilizar el total de los costos indirectos operacionales del proyecto:

Tabla # 75. Variaciones en los costos indirectos de operación.

Variación	Año 2004	Año 2010	VAN (14,4%)	TIR
+ 4%	2.446.955	3.075.382	-485.124	13,84%
+ 2%	2.427.662	3.051.134	-8.658	14,38%

Cálculo Inicial	2.352.841	2.957.098	467.808	14,93%
- 2%	2.305.784	2.897.956	944.274	15,49%
- 4%	2.258.728	2.838.814	1.420.740	16,06%

Fuente: Elaboración Propia

12.9.5.- Variaciones en el Tipo de Cambio (USD / PESOS)

Sin duda alguna, el tipo de cambio tiene relación directa con el resultado del proyecto, ya que muchos de los insumos más relevantes, son adquiridos en dólares americanos, mientras que los clientes cancelarán sus boletas de servicios en pesos chilenos. Debido a esta razón es muy importante sensibilizar esta variable. A continuación, se presentan los resultados:

Tabla # 76. Variaciones en el Tipo de Cambio (USD/PESOS CHILENOS)

Variación	Año 2004	VAN (14,4%)	TIR
+ 29%	850	-3.029.214	10,29%
+ 10%	770	-1.333.688	12,72%
-3,86%	717	-2.038	14,39%
Cálculo Inicial	700	467.808	14,93%
-10%	630	2.611.655	17,17%
-29%	550	5.320.469	19,52%

Fuente: Elaboración Propia

En las tres últimas tablas, es posible observar una alta sensibilidad del Valor Actual Neto del proyecto, respecto de cada uno de los parámetros analizados. Esto confirma que el proyecto se encuentra levemente por sobre su punto de equilibrio.

13.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La tecnología PLC permite desarrollar nuevas alternativas de negocio para las empresas de la industria eléctrica, mediante el uso de tecnología de última generación. De esta manera, los activos eléctricos de la empresa, específicamente, las redes de distribución, pueden ser utilizadas como medio de transporte de información de cualquier tipo. Las posibilidades son muy variadas, y solamente la imaginación puede limitarlas. De esta manera, el estudio presentado anteriormente, evalúa las alternativas técnicas para desarrollar un proyecto a gran escala, y al mismo tiempo, mediante el análisis estratégico y de mercado, es posible identificar y cuantificar la demanda relevante para un proyecto de este estilo, además de proponer una estrategia de negocio y definir el portafolio de servicios. El análisis técnico propone y fundamenta el diseño de la plataforma tecnológica necesaria para cuantificar la inversión, y finalmente el análisis de costos permite estimar la estructura de costos del proyecto. A continuación, se presentan las conclusiones de cada uno de los capítulos de este estudio:

Desde el punto de vista de la red eléctrica de distribución que posee la CGE, es posible afirmar que el 97% de los clientes urbanos de las ciudades consideradas en el análisis (Rancagua, Talca, Concepción, Talcahuano y Temuco), se ubican a una distancia menor o igual a 400 mts. de su subestación de distribución. Esto permite imponer una restricción de cobertura al sistema PLC, la cual, posteriormente se cubre con la solución del proveedor de equipos ILEVO. La objetividad con la cual fue realizada la selección de la plataforma, es producto de un detallado análisis, comparando las 3 alternativas presentadas en este estudio. Claramente, el sistema de ILEVO se proyecta como la alternativa más adecuada para llevar a cabo el proyecto.

El análisis legal, permite entender la estructura regulatoria existente en Chile, y deja en claro que no existen restricciones o impedimentos para llevar a cabo un negocio de este estilo, si se aplica el modelo de Carrier de Carriers (propuesto por Enersis). En caso de concretarse el proyecto, deberá ser necesario proponer a las entidades reguladoras y a su eventual Comisión Resolutiva, la alternativa adoptada por CGE para desarrollar este interesante negocio.

El análisis estratégico brinda una visión clara y completa de la evolución de la industria de telecomunicaciones en Chile, y específicamente, del mercado de acceso a Internet. Dicho mercado crece a tasas impresionantes, lo cual desata rápidas reacciones en las empresas competidoras inmersas en esta realidad. Tomando en cuenta que las zonas de concesión de CGE abarcan desde la IV a la IX Región del país, y considerando la baja penetración que el servicio de acceso a internet tiene en esos lugares, la tecnología PLC se presenta como una alternativa clara para poder aprovechar esta oportunidad. Adicionalmente, PLC ha seguido su curso natural de desarrollo, el cual propone avances importantes en términos de *performance* de equipos, a través de los cuales, será posible competir en este mercado. Adicionalmente, el Gobierno de Chile está dispuesto a fomentar el desarrollo de las telecomunicaciones en estas zonas geográficas, lo que adicionalmente, brinda un respaldo no despreciable.

Por supuesto que existen amenazas muy importantes, dentro de las cuales conviene destacar la incertidumbre respecto del desarrollo de nuevas tecnologías, específicamente, el acceso Wireless. Además, los actuales operadores, tratarán de impedir la entrada de nuevos competidores a su mercado, lo que anticipa fuertes reacciones de parte de ellos.

Posterior a este análisis, se estudia en detalle la estructura del negocio y los modelos aplicables a la realidad nacional. Luego de realizar una desagregación del modelo operativo y con ayuda de la cadena de valor, fue posible afirmar que el modelo de "ISP con MAN Externalizada" es el que más se adecúa a la realidad de la CGE. Dentro de las fortalezas evidentes que surgen a partir de explotar este tipo de negocios mediante el uso de PLC, se pueden destacar las grandes economías de scope y de escala existentes, así como también, toda la información geográfica y demográfica que CGE ya posee.

Si duda alguna, que la poca experiencia en la industria de las telecomunicaciones, por parte de los directivos de CGE, constituye una debilidad importante, al momento de la toma de decisiones. Si embargo, se propone como alternativa para mitigar esta debilidad, una alianza con Huawei Technologies Corp. y con Equant.

Producto del análisis de mercado, fue posible identificar y cuantificar la demanda relevante para el proyecto, y posteriormente proyectarla a través del horizonte de análisis del estudio. Además, se

estudiaron los planes tarifarios de los competidores del mercado, pudiendo descubrir bandas de precios interesantes para posicionar el portafolio de servicios definido en este mismo capítulo. En base a esta información se propuso ofrecer tres alternativas de servicio:

- 1) Servicio de acceso "Light" a 300 kbps, con una tarifa de \$22.900.-
- 2) Servicio de acceso "Standard" a 400 kbps, con una tarifa de \$25.900.-
- 3) Servicio de acceso "Premium" a 500 kbps, con una tarifa de \$28.900.-

El análisis técnico diseña la plataforma de telecomunicaciones en su totalidad, en términos de ingeniería básica, pudiendo así llegar a cuantificar el valor total de la inversión necesaria para concretar el proyecto. Además, considera el incremento de inversión año-a-año, para ir sustentando los aumentos de demanda.

El análisis de costos identifica claramente la estructura de costos del proyecto, y detalla cada uno de los ítems relevantes, según la perspectiva de este estudio.

Con la información de los tres últimos capítulos, fue posible construir la proyección de flujo de fondos, o flujo de caja del proyecto, el cual es sometido a una evaluación económica y a un posterior análisis de sensibilidad. A continuación, se presenta un resumen con las cifras económicas más relevantes del proyecto:

Inversión Inicial	= 1.960.989 [USD]
Capital de Trabajo	= 7.951.448 [USD]
VAN (14,4%)	= 467.808 [USD]
TIR	= 14,93 %
PRC	= 8 años
Valor Término de Proyecto	= 26.573.998 [USD]

Los resultados del análisis de sensibilidad arrojan una alta sensibilidad a todos los parámetros y variables puestos a prueba. Es posible afirmar que el proyecto se encuentra levemente ubicado por sobre su punto de equilibrio, en las condiciones presentadas en este estudio.

Las conclusiones anteriores permiten asegurar sólidamente que el proyecto es una buena alternativa de negocios para la empresa, pero de un riesgo no menor. Se recomienda seguir adelante y desarrollar el estudio de ingeniería de detalle, y al mismo seguir vigilando tanto la industria, como también el mercado en particular.

14.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barry Press – Redes con Ejemplos, Pentice Hall
- Cisco Press – CCIE Fundamentals, Network Design and Case Studies, Second Edition
- Cisco Press – Internetworking Technologies Handbook, Third Edition
- Cisco Press – Large Scale IP Network Solutions
- Cisco Press – Interconnecting Cisco Network Devices
- Cisco Press – Fundamentos de Voz sobre IP
- Huawei Certified Senior Engineer Documentation – Huawei Investment Corp.
- Understanding Broadband Demand – A review of Critical Issues – U.S. Department of Commerce, Sept. 23 – 2002
- Broadband Services in the USA – The Florida Public Service Commision, Oct. 2002
- Powerline Communications – Klaus Dostert, 2001 Prentice Hall PTR
- PC Magazine – Internet Portal
- The Wave Report – Internet Portal
- PLC Forum – Internet Portel
- PLC Association – Internet Portal
- Websocket – Internet Portal
- Powerline World, Update on the PLC industry – Internet Portal
- IIR Conferences – PLC World Conference 2001.
- Ascom Advanced Training Programm.
- El Diario Financiero. Artículos varios sobre la industria y el mercado de acceso a internet banda ancha.
- Diario el Mercurio – Especiales de Banda Ancha
- Blank & Tarquin – Ingeniería Económica, Cuarta Edición, Mc Graw Hill
- Montgomery & Runger - Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería, Mc Graw Hill
- Chase, Aquilano, Jacobs - Administración de producción y operaciones, Mc Graw Hill
- Galofré Terrasa – La administración en las organizaciones, Universidad Gabriela Mistral
- Hax, Majluf – Estrategias para el liderazgo competitivo
- Sapag, Sapag – Preparación y Evaluación de Proyectos, Cuarta Edición
- Tom Sheldon – Novell Netware 4, Manual de Referencia
- Lehr & McKnight – Wireless Internet Access, Columbia University